



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES  
DE CIÊNCIAS NAS SÉRIES INICIAIS:  
USO DE MODELOS E MODELAGEM PARA INTRODUÇÃO  
DE CONCEITOS QUÍMICOS

Delzimar Prates Alves

Brasília – DF  
Novembro  
2012



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES  
DE CIÊNCIAS NAS SÉRIES INICIAIS:  
USO DE MODELOS E MODELAGEM PARA INTRODUÇÃO  
DE CONCEITOS QUÍMICOS

Delzimar Prates Alves

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Ricardo Gauche e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Novembro  
2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1013252.

A474f	<p>Alves, Delzimar Prates. Formação continuada para professores de ciências nas séries iniciais : uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos / Delzimar Prates Alves. -- 2012. 224 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina, Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, 2012. Inclui bibliografia. Orientação: Ricardo Gauche.</p> <p>1. Professores - Formação. 2. Ciências (Ensino fundamental). I. Gauche, Ricardo. II. Título.</p> <p>CDU 371.13</p>
-------	---

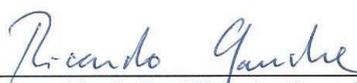
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

DELZIMAR PRATES ALVES

**“FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS  
NAS SÉRIES INICIAIS: USO DE MODELOS E MODELAGENS PARA  
INTRODUÇÃO DE CONCEITOS QUÍMICOS”**

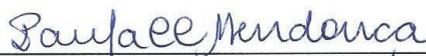
Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 26 de novembro de 2012.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Ricardo Gauche  
(Presidente)



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paula Cristina Cardoso Mendonça  
(Membro externo não vinculado ao Programa – UFOP/MG)



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Fernandes Lootens Machado  
(Membro interno vinculado ao Programa – IQ/UnB)

Dedicado a...

Delorme, minha mãe amada e dedicada, que sempre esteve ao meu lado nessa  
longa caminhada.

Delmário, meu irmão, sempre presente em todos os momentos.

Mário, *in memoriam*.

A todos os professores de Séries Iniciais que participaram da construção do curso.

## **AGRADECIMENTOS**

**A Deus por me fortalecer em todos os momentos da minha caminhada.**

**A minha mãe, pela paciência e amor incondicional.**

**A meu irmão, que sempre acreditou em mim durante a execução deste trabalho sendo um excelente companheiro.**

**Aos meus amigos, pela compreensão da minha ausência.**

**A todos os professores colaboradores que aceitaram o desafio de construção dessa proposta.**

**Aos professores do PPGEC, por me proporcionar crescimento acadêmico e profissional.**

**Aos colegas do mestrado, pelas experiências e contribuições em minha formação docente.**

**As minhas queridas amigas Adriana, Aline, Verenna e Elisangela pela amizade e experiências docentes compartilhadas.**

**Ao meu orientador Ricardo Gauche, pela paciência e por acreditar em mim, propondo o desafio de formação contínua para professores de Séries Iniciais.**

*“Sonho que se sonha só  
É só um sonho que se sonha só  
Mas sonho que se sonha junto é realidade.”*

*Raul Seixas*

## **RESUMO**

No presente trabalho foi desenvolvida uma proposta de formação continuada para professores de Séries Iniciais do Ensino Fundamental de uma cidade localizada no Entorno do Distrito Federal. A partir de uma revisão da literatura, constatamos a dificuldade dos professores, que atuam nesse nível de ensino, em abordar conteúdos de ciências. Além disso, percebemos a inexistência de pesquisas que trabalhem estratégias fundamentadas em modelos/modelagem para compreensão de conceitos químicos no Ensino Fundamental. Considerando esse contexto, apresentamos, junto aos docentes, um curso de formação continuada intitulado “Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências” na perspectiva de mudanças nos processos ensino-aprendizagem por eles desenvolvidos, apoiados nas contribuições de estratégias fundamentadas em modelos/ modelagem na prática científica e na prática docente. Como norteador do processo formativo, apoiamos-nos na pesquisa colaborativa que nos deu suporte teórico e metodológico na condução do curso. Iniciamos o curso com onze docentes e finalizamos com quatro. Para obtenção dos dados nos valem de diferentes instrumentos de coletas, como registro em áudio, anotações de campo e portfólio. O portfólio foi construído pelos professores como avaliação do processo e das estratégias desenvolvidas por eles em seus contextos de ensino. O curso foi estruturado em dois momentos. No primeiro, conhecemos os professores participantes, levantamos suas concepções sobre modelos e modelagem e, através de atividades, vivenciamos algumas etapas do processo de modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências. No segundo momento, os docentes propuseram projetos para desenvolvimento em sua própria realidade de ensino. Foram elaborados dois projetos com temas: “Mudanças dos Estados Físicos da Água e sua Função” e “Importância da Água”. A partir deles e de nossas discussões durante o curso, observamos mudanças do conceito de modelo dos docentes e incorporação de elementos da modelagem em sua prática. Em conformidade com a literatura evidenciou-se a dificuldade deles no uso de conceitos químicos para elaboração de modelos e a ausência desses conceitos em suas aulas de Ciências. A partir do contexto vivenciado durante o curso com os professores como resultado desta dissertação, um texto de apoio foi construído na perspectiva de contribuir no desenvolvimento de estratégias por parte dos docentes que atuam nas Séries Iniciais e na elaboração de novos cursos de formação continuada nesse nível de ensino.

Palavras chave: formação de professores; modelos; modelagem no Ensino de Ciências; Séries Iniciais.

## **ABSTRACT**

In this study, we have developed a continuous training proposal for teachers working at the first levels of Primary Education in a town located in the periphery of Distrito Federal, Brazil. In light of a literature review, we have observed how those teachers have been facing difficulties when teaching science-related subjects. Besides that, we have noticed that the literature falls short of providing research on strategies based in models/ modeling for teaching concepts in Chemistry at Primary School level. In this context, we have presented the teachers with a continuous training program entitled “Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências” (“Models and Modeling in Teaching Science-Related Subjects”), with a view towards promoting change in their teaching-learning processes as well as providing them with strategic contributions based on models/ modeling of scientific and teaching practices. Collaborative research has been the guiding principle of this formative process by providing the necessary theoretical and methodological apparatuses while conducting the training course. The continuous training began with eleven teachers, but only four teachers participated in the training until the end. For the purposes of data collection, we have used various methods, such as audio recording, fieldwork annotation and the development of a portfolio. The portfolio was developed by the teachers themselves as means of evaluating their own strategies in their respective teaching environment. The course was organized in two stages. In the first stage, we became familiar with the teachers taking part in this piece of research by learning about their understanding of models and modeling. Having done a few activities with them, we experienced some stages of their modeling process and their contributions to their teaching of Science. In the second stage, the teachers themselves proposed projects to be developed in their own teaching context. Two projects have been developed around the following topics: “Changes in the Physical Properties of Water and their Roles” and “The Importance of Water”. Based on the development of those projects and our in-group discussions, we have noticed changes in the teachers’ understanding of model and incorporation of modeling elements in their teaching practice. The literature review has brought to the fore the teachers’ difficulty to use Chemistry concepts when elaborating models and how they failed to use those concepts in their Science classes. This piece of research has resulted in the elaboration of a support document written with a view towards contributing to the development of teachers’ strategies working at Primary Education level and to the elaboration of new continuous training courses for Primary Education teachers.

Key-words: teachers’ training; models; modeling in Science teaching; Primary Education levels.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>1. QUÍMICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL</b>	<b>14</b>
1.1. BREVE HISTÓRICO SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE SÉRIES INICIAIS	
1.2. O ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS NAS SÉRIES INICIAIS E A FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES	
<b>2. MODELOS EXPLICATIVOS E O ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS NAS SÉRIES INICIAIS</b>	<b>22</b>
2.1. PROCESSO DE MODELAGEM: IMPORTÂNCIA PARA PRODUÇÃO E COMPREENSÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	
2.2. CONTRIBUIÇÕES DA MODELAGEM/MODELOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	
<b>3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>34</b>
3.1. A PESQUISA COLABORATIVA	
3.2. A COLETA DE DADOS	
3.3. PRIMEIROS PASSOS PARA CONSTITUIÇÃO DO GRUPO COLABORATIVO	
3.4. O CURSO: “MODELOS E MODELAGENS NO ENSINO DE CIÊNCIAS”	
3.5. CONTEXTO DA PESQUISA: CONHECENDO OS PROFESSORES/COLABORADORES	
3.6. DESCRIÇÃO DOS ENCONTROS VIVENCIADOS COM O GRUPO	
3.7. SOBRE ANÁLISE DOS DADOS	
<b>4. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS</b>	<b>45</b>
4.1. CONCEPÇÃO DE MODELOS DOS PROFESSORES PARTICIPANTES DO GRUPO COLABORATIVO	
4.2. OS PRIMEIROS PASSOS COM A MODELAGEM: “A CAIXA FECHADA”	
4.2.1 GRUPO 1	
4.2.2. GRUPO 2	
4.3. ENSINAMOS QUÍMICA NAS SÉRIES INICIAIS?	
4.4.VIVENCIANDO UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO FUNDAMENTADA NA MODELAGEM: O SISTEMA ÁGUA E ÓLEO	
4.5.VIVENCIANDO UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO FUNDAMENTADA NA MODELAGEM: OS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA.	
4.6.AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE MODELAGEM VIVENCIADO NO CURSO PELO GRUPO COLABORATIVO	

4.7.ELABORAÇÃO E DISCUSSÃO DOS PROJETOS	
4.8.IDENTIFICANDO OS CONHECIMENTOS DA PROFESSORA JOANA, INCORPORADOS EM SUA PRÁTICA PEDAGÓGICA	
4.9.IDENTIFICANDO OS CONHECIMENTOS DA PROFESSORA ANDRÉA, INCORPORADOS EM SUA PRÁTICA PEDAGÓGICA	
4.10.IDENTIFICANDO OS CONHECIMENTOS DA PROFESSORA MÁRCIA, INCORPORADOS EM SUA PRÁTICA PEDAGÓGICA	
CONSIDERAÇÕES PARA UM NOVO COMEÇO	131
SUGESTÕES PARA FUTURAS PARCERIAS	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
<b>APÊNDICES – DISSERTAÇÃO</b>	147
<b>APÊNDICE A</b> – FORMULÁRIO DE PRÉ-INSCRIÇÃO	
<b>APÊNDICE B</b> – ROTEIRO DO PRIMEIRO ENCONTRO	
<b>APÊNDICE C</b> – ROTEIRO DO QUARTO ENCONTRO	
<b>APÊNDICE D</b> – ROTEIRO DO QUINTO ENCONTRO	
<b>APÊNDICE E</b> – ROTEIRO DO SEXTO ENCONTRO	
<b>APÊNDICE F</b> – ROTEIRO DO SÉTIMO ENCONTRO	
<b>APÊNDICE G</b> – ROTEIRO DO OITAVO ENCONTRO	
<b>APÊNDICE H</b> – QUADRO DE FREQUÊNCIA DOS PROFESSORES AOS ENCONTROS	
<b>APÊNDICE I</b> – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
<b>APÊNDICE J</b> – PRODUÇÕES DOS PROFESSORES	
1.0. CARTAZ A DO PROFESSOR P3 REFERENTE À ATIVIDADE I	
2.0. CARTAZ B DO PROFESSOR P3 REFERENTE À ATIVIDADE I	
3.0. CARTAZ C DO PROFESSOR P3 REFERENTE À ATIVIDADE I	
4.0. CARTAZ D DA PROFESSORA P7 REFERENTE À ATIVIDADE I	
<b>APÊNDICE K</b> – ATIVIDADE DA PLATAFORMA MOODLE	
<b>APÊNDICE L</b> – LISTA DE SITES	
<b>APÊNDICE M</b> – <i>A PROPOSIÇÃO</i>	
<b>ANEXOS – DISSERTAÇÃO</b>	214
<b>ANEXO A</b> – PROPOSTA DE ATIVIDADE SOBRE DENSIDADE	
<b>ANEXO B</b> - MUDANÇA DOS ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA E SUA FUNÇÃO	
<b>ANEXO C</b> - IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	

## INTRODUÇÃO

Segundo estudo realizado pela Fundação Carlos Chagas (2011), há duas razões que motivam a realização de cursos de formação continuada no Brasil: (i) uma formação inicial que apresenta “muitas limitações e problemas, chegando, em muitos casos, a ser de extrema precariedade” (p.13); (ii) “constatação de que o campo educacional é muito dinâmico, requerendo que os educadores lidem constantemente com novos conhecimentos a respeito do processo ensino aprendizagem” (p.13).

Observamos o primeiro motivador presente na realidade investigada e notamos que essa dificuldade é condizente com a literatura, que aponta a dificuldade dos professores que atuam nesse nível de ensino em abordar conteúdos de ciências (OLIVEIRA; BASTOS, 2007; LIMA; MAUÉS, 2006). Para tornar mais clara nossa motivação nessa pesquisa, apresentamos, abaixo, o primeiro contato com o contexto de investigação.

Em 2008, estabeleci meu primeiro contato com os professores da cidade foco do nosso estudo. A partir de um estágio obrigatório do meu curso de graduação - Licenciatura em Ciências Naturais - desenvolvido em uma escola Estadual de uma cidade do entorno do Estado de Goiás. Conheci parte da prática docente e do perfil desses professores. Professores que ministravam Ciências nas Séries Finais do Ensino Fundamental e possuíam somente o magistério (Nível Médio). Uma colega de curso que me acompanhava durante minhas observações em sala de aula me contava um pouco de sua experiência profissional como professora. Com sua formação em magistério (Nível Médio) ministrava disciplinas como Sociologia e Inglês para alunos do Ensino Médio, sem exigência de formação específica para área. Assim, observei que o objetivo era atender à demanda de alunos, sem a preocupação com a formação específica do professor na área que ministrava a disciplina. No primeiro momento, não entendi a prática desenvolvida na região, mas percebi em minha colega de curso e nos demais professores que, mesmo sem a formação na área, eles se dedicavam a ensinar os conteúdos, pois se comprometiam com aprendizagem dos alunos. No mesmo ano que tive meus primeiros contatos com realidade de uma sala de aula, por meio do estágio, ingressei como bolsista em um projeto de iniciação científica, intitulado “O estudo do

Uso de Modelos na Formação Inicial e Continuada de Professores de Ensino de Ciências”. Comecei, nesse momento, a conhecer uma estratégia de ensino aprendizagem recente no Brasil; modelos e modelagens no Ensino de Ciências. Estratégia essa adotada em meu Trabalho de Conclusão de Curso da graduação com o objetivo de auxiliar na compreensão de modelos atômicos no 9.º ano do Ensino Fundamental. Após a conclusão da graduação, ingressei no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e expus o meu interesse em desenvolver um trabalho fundamentado em modelos e modelagens. A partir daí, dei meus primeiros passos para elaboração de um curso para professores.

Com a revisão de literatura, notamos as dificuldades dos professores nas Séries Iniciais em trabalhar Ciências e a ausência de experiências fundamentadas na área de modelos e modelagens que contemplem esse nível de ensino. Os professores, com deficiência em sua formação inicial, acabam por recorrer a práticas docentes que lhes tragam mais segurança quando ensinam Ciências na sala de aula. Por exemplo, usam técnicas de ensino, como aulas expositivas que não favorecem o diálogo e nem o questionamento por parte dos alunos (LIMA; MAUÉS, 2006). Acreditamos também que, possivelmente, essas técnicas de ensino são predominantes devido à falta de discussão de outras estratégias de ensino durante a formação inicial. Oliveira e Bastos (2007) justificam que essa dificuldade ocorre devido ao desconhecimento do conteúdo a ser trabalhado e pela falta de cursos de formação continuada, destinados à área de Ciências Naturais. O desconhecimento estaria vinculado à formação oferecida a eles durante os cursos de Magistério (Normal, Nível Médio) e de Pedagogia (Nível Superior). Segundo Carvalho e Martins (2009), os docentes formados em Pedagogia, geralmente, possuem visões distorcidas da Ciência e poucos conhecimentos dos conteúdos científicos.

A partir da experiência vivenciada na cidade foco da nossa pesquisa e da problemática diagnosticada pela revisão de literatura, elaboramos e desenvolvemos um curso de formação continuada para atender aos professores das Séries Iniciais de escolas públicas municipais. Escolhemos esse local, também, pelo contato que já havíamos estabelecido com a realidade, quando constatamos algumas de suas características e necessidades.

O curso foi desenvolvido com abordagem voltada ao uso de modelos/modelagem, na perspectiva de mudanças nos processos ensino-aprendizagem por eles desenvolvidas em sala de aula. Assim, nossa questão de

pesquisa foi a seguinte: **Como o desenvolvimento de atividades de modelos/modelagem, no contexto da formação continuada de professores de Ciências das Séries Iniciais, pode contribuir para a compreensão do papel dos modelos e da modelagem na prática científica e na prática docente, na perspectiva da aprendizagem de conceitos químicos por parte de seus alunos?**

Acreditamos que a compreensão de conceitos químicos, no desenvolvimento de atividades de modelos/modelagem, em contexto de formação continuada de professores de Ciências das Séries Iniciais, pode contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem.

Assim, no primeiro capítulo apresentamos uma revisão de como a Química está situada no contexto de formação inicial dos professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental, ou seja, em grades curriculares de cursos de Magistério (Escola Normal) e de Pedagogia. A ideia é a de identificar, em perspectiva histórico-curricular, como a Química se apresenta na formação inicial desses professores e também em cursos de formação continuada. Em seguida, uma revisão de literatura sobre o ensino de conceitos químicos nas Séries Iniciais.

No segundo capítulo, propomos uma revisão de literatura sobre o uso de modelos/modelagem como estratégia de ensino de conceitos químicos nas Séries Iniciais, a importância dessa estratégia no processo ensino-aprendizagem e na formação de professores de Ciências. Trazemos as contribuições dessa estratégia ao Ensino de Ciências, principalmente para o ensino de Química. Em seguida, apresentamos a descrição do processo de modelagem e sua importância para produção do conhecimento científico.

No terceiro capítulo, o delineamento metodológico é apresentado. Com a descrição das características de um processo formativo, fundamentado na pesquisa colaborativa, como o grupo colaborativo foi constituído e quais eram suas características. A seguir, os instrumentos de coleta de dados são apresentados e descreve-se como foi a construção dos encontros colaborativos.

No quarto capítulo, apresentamos os resultados e análise deles. Num primeiro momento, as concepções dos professores sobre modelos serão analisadas. Em seguida, como foi o processo de vivência dos professores com a estratégia de modelos e modelagens e a construção de projetos nas Séries Iniciais, fundamentados nessa perspectiva de ensino.

## **1. Química e Formação de Professores para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental**

Segundo Silva *et alii* (2007, p. 11), “iniciar o ensino de Química desde as séries iniciais do ensino fundamental é uma necessidade para que os alunos possam desenvolver uma melhor aprendizagem desta ciência ao longo de sua vida escolar”. Assim, para que essa formação de alunos da Primeira Fase do Ensino Fundamental seja efetiva, é necessário que nossos docentes estejam preparados para isso. Mas, como tem sido desenvolvida a formação dos professores para ensinar Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental, ao longo do tempo? Para responder a esse questionamento, traçamos um breve histórico da formação inicial de professores de Ciências nesse nível de ensino, desde seu início, com a Escola Normal, que formava professores com o magistério (Nível Médio), até os dias atuais já com a exigência em curso de Pedagogia, ou curso Normal Superior.

### **1.1. Breve Histórico sobre a Formação de Professores de Séries Iniciais**

A primeira Escola Normal foi criada em 1835 em Niterói, Rio de Janeiro. O ensino, nessas escolas, era de responsabilidade e competência dos Estados. Os currículos apresentavam disciplinas de caráter pedagógico e de cultura geral (LELIS, 1996). As disciplinas compreendiam os seguintes saberes: “ler e escrever pelo método lancasteriano; as quatro operações e proporções; a língua nacional; elementos de geografia; princípios de moral cristã” (TANURI, 2000, p. 64). As Escolas Normais foram criadas para solucionar o problema da improvisação na formação e contratação de professores que atuavam como docentes nas Escolas Primárias. Entretanto, elas também não possuíam corpo docente habilitado para formar professores normalistas (CASTRO, 2005).

Ao final do Império, a grade curricular dessas Escolas Normais foi ampliada compreendendo as disciplinas de:

[...] 1º ano: gramática e língua nacional, aritmética, gramática e língua francesa, doutrina cristã; 2º ano: gramática e língua nacional, geometria física, gramática e língua francesa; 3º ano: geografia e história, pedagogia e metodologia, química. (TANURI, 2000, p. 67).

Ressalta-se, nessa ampliação, além da presença de disciplinas da área de Humanas e Matemática, a presença da Química, o que já era um indicativo da inserção de Ciências na formação desses professores.

Em 1920, devido a fatores econômicos, sociais e políticos, ocorreu uma expansão da rede pública de ensino e uma redefinição do papel da escola. No entanto, algumas das reformas atingiram somente o Distrito Federal e dois estados: São Paulo e Minas Gerais (LELIS, 1996). Em 1946, a União estabeleceu diretrizes gerais para todo o país, referentes à formação para o magistério primário. O Curso Normal, segundo Romanelli<sup>1</sup> (1980, *apud* Lelis, 1996, p. 134), dividia-se em um curso de 1.º ciclo com duração de quatro anos, para formação de Regentes de Ensino Primário, e um curso de 2.º ciclo, com duração de três anos, para formação do Professor Primário. O primeiro curso funcionava em Escolas Normais Regionais e o segundo em Escolas Normais. A grade curricular apresentava disciplinas de caráter geral, predominando matérias de caráter técnico-pedagógico.

O Curso Normal continuou sendo a formação mínima exigida para os professores das Séries Iniciais até a promulgação da Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9394/96), que estabeleceu, desde então, a formação em nível superior para os professores que atuam na Educação Básica. A LDB estabelece o seguinte, em seu Artigo 62:

A formação de docentes para atuar na Educação Básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e Institutos Superiores de Educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade Normal. (BRASIL, 1996).

Então, apesar de o docente (com formação pelo Curso Normal) poder continuar atuando como profissional a lei já previa a formação em nível superior. Para atender a essa nova exigência de formação, os professores teriam a possibilidade de fazer o curso de Pedagogia (com habilitação para atuar nas Séries Iniciais) ou fazer o Curso Normal Superior. Ressalte-se que o curso de Pedagogia, em um primeiro momento, surgiu para formar docentes para o Curso Normal e de Técnicos em Educação (REIS, 2006). Segundo Pinto (2011), o curso tinha duração de três anos, dividido em duas partes: parte comum e parte diversificada.

---

<sup>1</sup>ROMANELLI, O. O. História da Educação no Brasil (1939-1973). Petrópolis, Vozes, 1980.

Ao final da década de 1960, o curso passou a formar Bacharéis Técnicos em Educação; docentes para lecionar as matérias pedagógicas do curso Normal e professores para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental (REIS, 2006). Assim, o pedagogo possuía três habilitações ao terminar seu curso. Nas décadas de 1980 e 1990, houve um “movimento de remodelação curricular dos cursos de Pedagogia no sentido de ajustá-los à tarefa de preparar o professor para os anos iniciais da escolaridade” (TANURI, 2000, p. 79). Segundo Pinto (2011), com o Parecer nº 410/82 “os licenciandos em Pedagogia estão capacitados a ministrar aulas de 1.º a 4.º séries, desde que constem em seu currículo as disciplinas Metodologia e Prática de Ensino de Primeiro Grau”.

Durante o Curso de Pedagogia, os estudantes trabalham os conteúdos de Ciências, geralmente, nas disciplinas de Metodologias de Ensino de Ciências e Práticas de Ensino, o que é confirmado pela investigação realizada por Ovigli e Bertucci (2009). Esses autores analisaram as ementas e a grade curricular do curso de Pedagogia nas instituições públicas de ensino do Estado São Paulo. Investigaram, em seu trabalho, as características e fundamentos da formação do pedagogo para o Ensino de Ciências. Como resultado da análise, encontraram o Ensino de Ciências sendo trabalhado nas disciplinas recomendadas pelo Parecer 410/82. Tais disciplinas tinham por objetivo conhecer e discutir propostas curriculares para Ensino de Ciências nas Séries Iniciais.

Em um segundo trabalho, que teve como objetivo traçar o perfil do pedagogo em cursos de Pedagogia em seis Instituições de Ensino Superior de Goiânia, tivemos acesso à grade curricular dos cursos (REIS, 2006). Assim, foi possível identificar as disciplinas voltadas para o Ensino de Ciências que compunham as respectivas grades curriculares. Duas instituições de ensino apresentaram mais de uma grade curricular, por oferecer habilitações diferentes. As disciplinas possuem carga horária de até 72 horas e créditos que variam de 2 a 6. São disciplinas voltadas para os fundamentos teóricos e metodológicos das Ciências Naturais e Prática de Ensino. Uma instituição de ensino apresentou uma disciplina de Biologia e Educação Ambiental. Nesse segundo trabalho, notamos que as disciplinas de Ciências dos cursos de Pedagogia compreendem uma carga horária pequena em relação à carga horária total do curso.

Discute-se, em alguns trabalhos, se a formação dos professores em nível superior para Séries Iniciais supre a carência na abordagem de conteúdos de

Ciências do Curso Normal. Para Hamburguer (2007), não houve melhora na formação desses professores com nível superior; eles continuam aprendendo pouca Ciência e, conseqüentemente, possuem dificuldades em tratar conceitos científicos com os alunos. Não se sentem preparados para realização de experimentação em sala de aula. Geralmente, os professores das Séries Iniciais “dão prioridade à alfabetização e à matemática deixando em segundo plano os conteúdos de ciências” (DELIZOCOIV; ANGOTTI<sup>2</sup>). Para Longhini (2008), o curso de Pedagogia deve ter sua estrutura curricular repensada, não só promovendo processos de interação e experiência docente, mas disponibilizando disciplinas que abordem conteúdos específicos para Educação Infantil e Séries Iniciais do Ensino Fundamental, caso contrário, segundo o autor, “corremos o risco de continuarmos formando o professor pleno em metodologias, mas vazio em conteúdo” (p. 251). Essa sugestão do autor pode ser um caminho para superação das dificuldades que os professores possuem com os conceitos científicos durante a preparação e execução de suas aulas, em especial no contexto da formação inicial. Segundo Rosa e Terrazan (2001), o fato de o professor das Séries Iniciais do Ensino Fundamental ser responsável por trabalhar em diversas áreas do saber (Matemática, Ciências Naturais, Português, Estudos Sociais e Artes, entre outras) traz também problemas no que se refere ao domínio dos conteúdos conceituais básicos de cada uma dessas áreas curriculares. Esse professor é comumente denominado como polivalente por ter que trabalhar com várias áreas ao mesmo tempo. Segundo Belusci (2008),

Há, portanto, um relativo consenso entre vários pesquisadores de que o problema do Ensino de Ciências está relacionado, sobremaneira, às deficiências na formação inicial, bem como à falta de conhecimento dos diferentes conteúdos que integram essa área por parte de futuros professores, ou mesmo de professores em serviço. (p. 08).

Segundo Harlen<sup>3</sup>, para minimizar essas deficiências sobre Ciências, os professores possuem algumas estratégias: escolha de conteúdos nos quais possuem maior segurança, como os que envolvem conceitos biológicos e físicos;

<sup>2</sup>DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2000. *Apud* Delizoicov *et alii* (2005, p.2).

<sup>3</sup> HARLEN, W.; HOLROYD, C. Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *Int. Journal Science Education*. v. 19, n. 1, p. 93-105, 1997. *Apud* Maués (2003).

uso do livro didático como guia das aulas; uso de aulas expositivas, evitando situações de questionamento e discussão e a não realização de trabalhos práticos para que não haja complexidade na sala de aula. São estratégias que visam a um ensino em que o aluno é um receptor passivo de informações. Para Schoon e Boone<sup>4</sup>, a investigação não é um dos objetivos do ensino nas Séries Iniciais. As habilidades de investigar, observar, explorar, interpretar não são incentivadas. Isso ocorre em uma idade na qual a criança traz consigo a habilidade de investigação, questiona e quer entender como funciona o mundo em sua volta. Por que não aproveitar essa curiosidade inerente à criança, criando situações em que ela possa investigar e solucionar problemas? Dever-se-iam desenvolver habilidades como essa, na criança, desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, proporcionando a ela uma aproximação com as atividades desenvolvidas pelos cientistas na produção do conhecimento científico.

## **1.2. O Ensino de Conceitos Químicos nas Séries Iniciais e a Formação Continuada de Professores**

No que se refere aos professores que estão em sala de aula e possuem as dificuldades apresentadas anteriormente, temos cursos de formação continuada, voltados para o Ensino de Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental?

Em nossa revisão de literatura, encontramos trabalhos na área de formação continuada de professores com diferentes objetivos: mudança de concepção dos professores; identificação do pensamento científico dos professores; uso da experimentação para introdução de conceitos científicos. Carvalho *et alii* (2003) investigaram como o pensamento hipotético-dedutivo aparece nas discussões sobre Ciência e sobre ensino com os professores. Para isso, o curso proposto pelos pesquisadores incluiu uma atividade de resolução de um problema físico, visando a sensibilizar o professor de que seus alunos possuem a capacidade de utilizar conhecimentos físicos, promovendo também condições para criação de novas atividades. Em um segundo trabalho, Carvalho e Gonçalves (1999) pretenderam promover a mudança de concepção que professores possuíam sobre o processo

---

<sup>4</sup> SCHOON, K.; BOONE, W. Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. John Wiley e Sons, Inc. p. 553- 568, 1998. *Apud* Maués (2003).

ensino-aprendizagem de conceitos físicos, por meio da reflexão sobre sua prática e na sua prática, usando vídeos das aulas dos próprios docentes participantes do curso.

Athayde *et alii* (2003), por meio do Projeto ABC na Educação Científica/Mão na Massa, trabalharam com professores objetivando a inserção de experimentos em sala de aula, para introdução de conceitos científicos, auxiliando na alfabetização e no desenvolvimento de habilidades de raciocínio. O projeto foi baseado em experiências de outros países que usam essa proposta nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Outros trabalhos encontrados na literatura (CARVALHO; MARTINS, 2009; RABONI, 2005; BRANDI; GURGEL, 2002) apresentam propostas de formação de professores voltadas para Ciências Naturais, sem focar uma ciência específica (conhecimentos físicos, químicos, biológicos).

Além dos trabalhos citados, há outras pesquisas voltadas para formação inicial e continuada de professores e processo ensino-aprendizagem dos estudantes que enfocam a abordagem de conceitos físicos em sala de aula (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007; PORTELA; HIGA, 2009; OSTERMANN; MOREIRA, 1990; PORTELA, 2009). Um trabalho com foco em conceitos químicos nas séries iniciais que trata de formação continuada de professores é de Tavares (2009). Nesse trabalho, o objetivo foi o de “facilitar a apropriação de conteúdos e metodologias concernentes às Ciências Naturais e, mais especificamente, à Química, por professores das séries iniciais do Ensino Fundamental” (p. 70). O participante do curso deveria “adquirir conceitos de transformação química para apropriação da linguagem técnica para descrição dos sistemas observados” (p. 70).

Poucos trabalhos relacionados a conceitos químicos na formação continuada de professores das Séries Iniciais foram encontrados. Segundo um estudo realizado por Fernandes (2009), para levantamento de dissertações e teses sobre o Ensino de Ciências nas Séries Iniciais relativo ao ano de 1972 a 2005, 135 pesquisas foram encontradas nesse nível de ensino. Dois trabalhos (1,4%) focaram especificamente a Química e oito trabalhos (5,4%), formação de professores. Com estudo, a autora diagnosticou que a área de Química ainda não constitui o foco de pesquisa dos investigadores das Séries Iniciais. Nota-se uma carência de pesquisas que tenham por objetivo investigar o ensino de conceitos químicos nas Séries Iniciais, principalmente, quando se trata de formação continuada de professores. Considerando a deficiência que eles possuem em sua formação inicial, cursos de

formação continuada não é a principal solução, mas podem minimizar as consequências no processo ensino-aprendizagem dos alunos.

Há conteúdos como “Química para as séries iniciais da educação básica, combustão, decomposição da matéria orgânica que são de natureza química” (CURVELO; MORI, 2010, p. 1) que podem ser trabalhados nas Séries Iniciais. Zanon e Palharini (1995) apontam outros: ar, solo, água, alimentos, saúde, meio ambiente, fenômenos, energia, ciclos de vida. Entretanto, a Química continua sendo trabalhada de forma geral no nono ano do Ensino Fundamental. Nessa série ela divide espaço com a Física que constitui parte do currículo. Como os professores desse nível também possuem dificuldades em trabalhar os conteúdos de Química, esses são trabalhados ao final do nono ano ou, em sua maioria, não o são. Sendo que há vários conteúdos que envolvem conceitos químicos e podem ser desenvolvidos já nos primeiros anos do Ensino Fundamental não permanecendo foco somente das Séries Finais do Ensino Fundamental.

Alguns autores defendem a interdisciplinaridade das áreas de ciências (Física, Química, Biologia e Geologia) nos primeiros anos do Ensino Fundamental, segundo Fracalanza *et alii* (1987) propõe-se:

A adoção de uma estrutura interdisciplinar dinâmica e evolutiva, que interaja com os diferentes estágios do desenvolvimento da inteligência infantil. Uma interdisciplinaridade que seja mais do que uma forma de organização do conteúdo, mas também uma postura metodológica. Neste sentido, o ensino de ciências perderia a finalidade em si mesmo e se engajaria num projeto amplo de formar o aluno para a compreensão e o domínio do mundo em que vive. (p.95).

No entanto, o que observamos é a predominância de algumas áreas nas aulas de Ciências. Os professores, geralmente, abordam conceitos biológicos e/ou em alguns casos, conceitos físicos. Talvez por serem conceitos que envolvam interpretação de fenômenos macroscópicos mais “visíveis aos alunos” que nessa faixa etária ainda lidam muito com experiências concretas. Os conceitos químicos podem ser trabalhados, porém exigem uma abstração maior, pois o nível microscópico é mais predominante. Os próprios professores já possuem dificuldades em “visualizar” o que não veem a olho nu.

Assim, nosso estudo pode enriquecer a literatura, que ainda carece de trabalhos com enfoque na formação continuada de professores para Séries Iniciais com abordagem de conceitos químicos. Ressaltamos que **a nossa proposta não**

**visou somente à introdução de conceitos químicos nas Séries Iniciais, mas proporcionar ao docente o uso de estratégias de modelos/modelagem para inserção desses conceitos.**

## **2. Modelos Explicativos e o Ensino de Conceitos Químicos nas Séries Iniciais**

Apresentaremos, inicialmente, a definição para modelo e os tipos existentes de modelos usados no ensino de Ciências. Em seguida, explicaremos as etapas do processo de modelagem e como ele fundamenta as estratégias no Ensino de Ciências. Por fim, em outro tópico deste capítulo traremos as contribuições do ensino, fundamentado em Modelos e Modelagem para o Ensino de Ciências.

### **2.1. Processo de Modelagem: Importância para Produção do Conhecimento Científico**

Antes de descrevermos como ocorre o processo de modelagem no Ensino de Ciências, iniciaremos com a definição de modelo, na maioria das vezes confusa, tanto para discentes quanto para docentes. Segundo Justi e Gilbert<sup>5</sup>, modelo é

Uma representação parcial de um objeto, um evento, um processo ou uma ideia (dentre as várias possíveis); que é utilizado com uma finalidade específica (por exemplo, facilitar a visualização de algum aspecto, favorecer o entendimento, promover a elaboração de previsões e o desenvolvimento de novas ideias; e é passível de modificações). (p. 1).

No entanto, pesquisas realizadas por Justi (2010) evidenciaram que muitos professores ainda consideram modelos como reproduções ou cópias de alguma coisa. Quando dizemos que um modelo é uma representação parcial, queremos colocar que eles não são a realidade, não são cópias da realidade, têm limitações. Assim os modelos “se aplicam a fenômenos observáveis e/ou a ideias tanto no nível macroscópico (percebido mediante os sentidos) como submicroscópico (formado por entidades não perceptíveis diretamente pelos sentidos)” (GALAGOVSKY *et alii*, 2009, p.4). Por isso, entender o modelo como uma representação parcial da realidade, criação humana, é essencial para alunos e professores. Quando falamos do conhecimento químico, entender o que é um modelo torna-se muito importante, pois o “conhecimento químico é produzido e comunicado com o uso de modelos, que evoluem e são modificados com o avanço no campo de estudo”. (JUSTI;

---

<sup>5</sup> JUSTI, R.; GILBERT, J. Teachers' views on the nature of models. **International Journal of Science Education**. *Apud* Justi (2003).

GILBERT 2006, p.2). Uma das dificuldades que os alunos possuem em aprender Química é a compreensão de entidades abstratas e submicroscópicas, essas derivadas do uso de modelos. Entender o que é um modelo e seu papel na produção do conhecimento científico pode ajudar o aluno a compreender o próprio conhecimento químico. Na Química, os modelos são usados para facilitar a visualização no nível macro e submicroscópico (JUSTI; GILBERT, 2006).

Segundo Gilbert (2004), modelos possuem um ou mais de cinco modos de representação. Os modos e suas características são:

- O modo concreto: tridimensional e feito de materiais resistentes. Exemplo: modelo de bola e vareta (rede de íons);
- O modo verbal: descrição de entidades e relação entre elas. Exemplo: partes de um modelo de avião.
- O modo simbólico: símbolos químicos, fórmulas e equações químicas. Exemplo: a lei dos gases ideais.
- O modo gestual: faz uso do organismo ou de suas partes. Exemplo: o movimento de íons na eletrólise usando o deslocamento dos alunos.

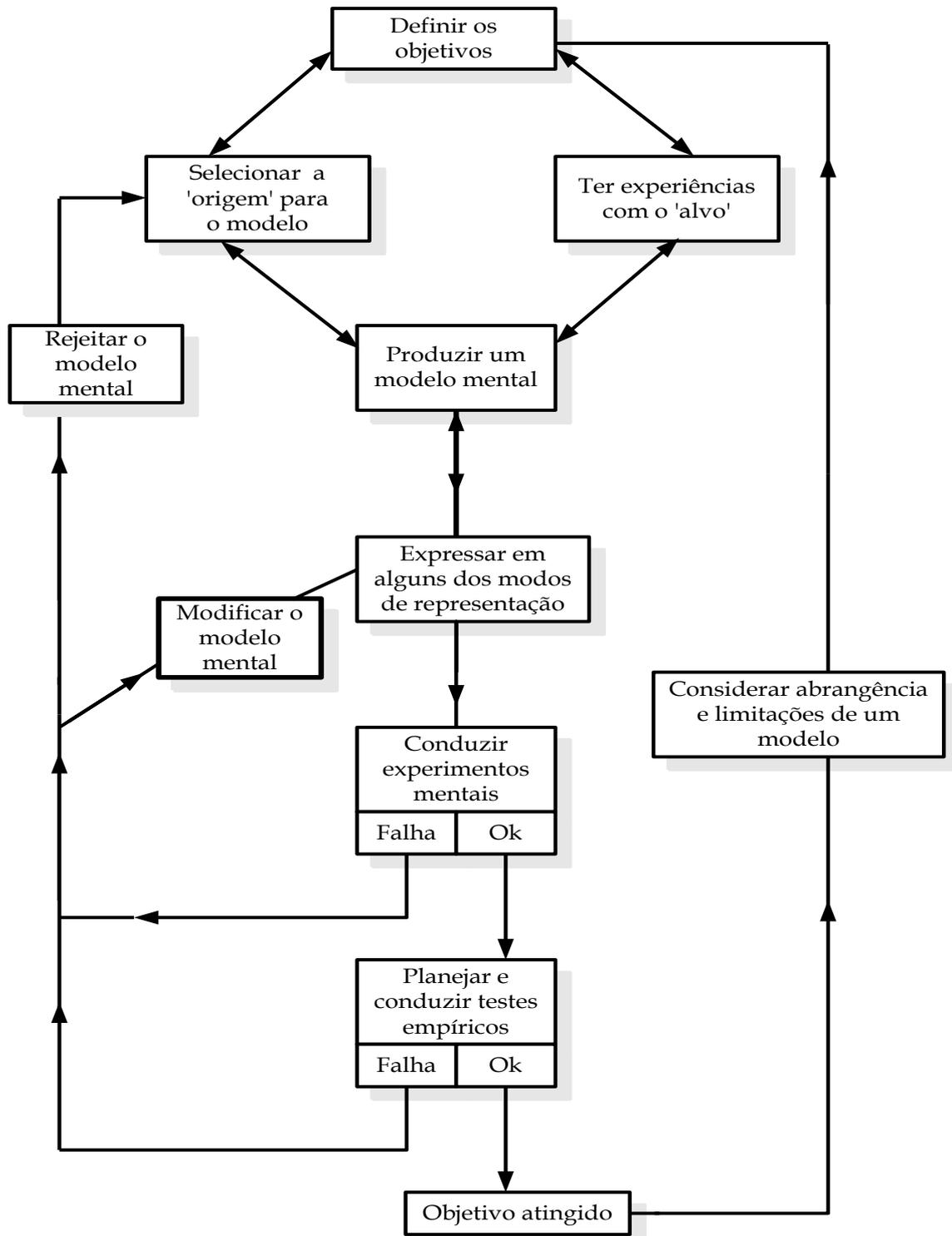
Os modelos são uma construção da mente humana. Por isso, primeiramente, ele é definido como **modelo mental**. Esse é inacessível a outras pessoas até que ele seja um **modelo expresso** (JUSTI, 2010). O modelo expresso passa a ter essa denominação, quando colocado em domínio público. Ele é expresso usando um ou mais dos modos de representação (citados anteriormente). Quando aceito por uma comunidade científica, torna-se um **modelo consensual** que, por sua vez, se for usado para o desenvolvimento do conhecimento científico pode ser chamado de **modelo científico** (JUSTI, 2010). Os modelos científicos são usados tanto para ajudar a gerar novos conhecimentos como para comunicar seus entendimentos a outros (Schwarz *et alii*, 2009). No entanto, usualmente na sala de aula, usamos os **modelos curriculares**. Esses são simplificações dos modelos científicos (Gilbert *et alii*, 2000). Pois são muito complexos para serem usados no Ensino Básico. Por fim, temos os **modelos de ensino**, “representações criadas com o objetivo específico de ajudar os estudantes no entendimento de algum aspecto de um modelo curricular” (Justi, 2010 p. 216). Podem ser diagramas, analogias, simulações e desenhos.

Para que as atividades de modelagem possam ser trabalhadas em sala de aula, é necessário que o professor saiba o que são modelos, como é o seu processo de construção e possuam conhecimento sobre natureza da produção do

conhecimento científico. Entretanto, essas atividades quase não aparecem no Ensino de Ciências. Os professores só irão conduzir as atividades de modelagem em sala de aula, satisfatoriamente, se eles compreenderem a função dos modelos na Ciência, sendo relevante encorajá-los a desenvolver o conhecimento sobre modelos e modelagem (FERREIRA; JUSTI 2005).

Com a perspectiva de fundamentar nossa pesquisa, utilizamos o diagrama “Modelo de Modelagem” descrevendo as etapas que envolvem o processo de modelagem. Segundo Justi e Gilbert<sup>6</sup>, o diagrama Modelo de modelagem (Figura 1) tem por objetivo relacionar possíveis etapas envolvidas na modelagem. O diagrama não é um modelo rígido, uma vez que as etapas podem ocorrer em diferentes ordens (como enfatizado pelas setas duplas). O diagrama é uma das possibilidades de processo de modelagem que pode ser usado como orientador na elaboração de atividades fundamentadas nessa estratégia de ensino.

Figura 1 – Diagrama de Modelo de modelagem



Fonte: Justi e Gilbert (2002, p. 371) *Apud* Ferreira e Justi (2005, p. 12).

<sup>6</sup> JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, p. 369-387, 2002. *Apud* Ferreira e Justi (2005).

Iniciamos o processo de modelagem definindo um objetivo a ser alcançado e o sistema a ser modelado. Após delimitar o sistema a ser modelado, a pessoa formula um modelo mental, o que pode vir da modificação de um já existente ou da produção de seu próprio modelo. A formulação do modelo mental vem a partir da experiência com o alvo, que pode ser feita direta ou indiretamente (já que nem todos os modelos são formulados a partir de fenômenos observados diretamente). Nessa etapa, é muito importante que o professor, ao escolher o fenômeno a ser estudado, considere o que o seu aluno já possua de pré-requisitos que servirão como suporte para elaboração do modelo.

Ao terminar a elaboração do modelo mental, é o momento de expressá-lo. O professor pode deixar os alunos livres para exercer sua criatividade na expressão dos modelos. A expressão dos modelos pode ocorrer a partir de vários modos de representação (citados anteriormente). É importante que os alunos desenvolvam habilidades que perpassem os diferentes modos de representação. O modelo expresso deve estar de acordo com a situação problema inicial e não com o modelo aceito cientificamente.

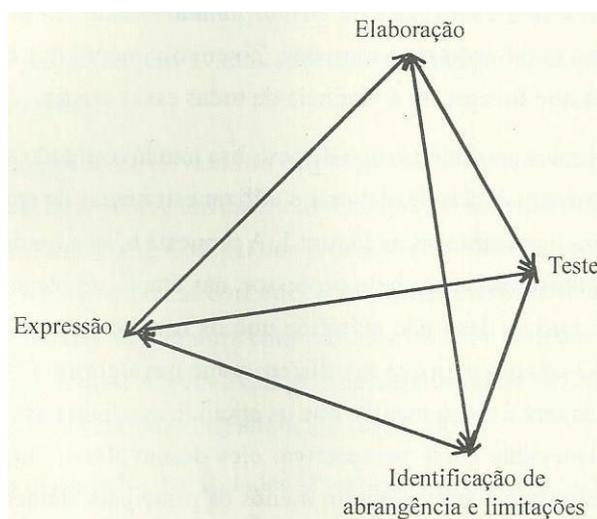
Na próxima etapa o modelo expresso que foi consensual no grupo de alunos é testado por experimentos mentais. Esse teste pode ser feitos por situações imaginárias que avaliem a aplicabilidade do modelo e/ou seu poder de predição (JUSTI, 2006). Quando o modelo falha durante os experimentos, ele pode voltar novamente ao ciclo, modificando o modelo mental. Esses testes devem ser incentivados e direcionados pelo professor, fazendo uma ligação com a construção de modelos que temos na Ciência, em comparação ao processo que os cientistas desenvolvem para elaboração de modelos. Se for possível, o modelo pode passar por testes empíricos. Sugere-se que “a atividade experimental não seja ilustrativa, mas de natureza investigativa” (JUSTI, 2006, p. 179). Quando o modelo teve sucesso na fase de testes, ele atingiu satisfatoriamente o propósito colocado inicialmente. Assim, o modelo já pode ser avaliado pelas demais pessoas. Nesse momento avaliam-se as abrangências e limitações dos modelos. Os alunos são incentivados a avaliar seus modelos, discutindo o alcance deles em responder o objetivo inicial.

Ao mesmo tempo há uma socialização entre os alunos dos modelos elaborados por eles, equiparando-se ao que os cientistas fazem ao apresentarem seus modelos à comunidade científica. O que proporciona a discussão das

limitações dos modelos. É por meio da comunicação dos modelos que o aluno percebe a existência de vários modelos para um mesmo fenômeno. No entanto, o professor não deve julgar o modelo como certo ou errado, mas conduzir o aluno a perceber suas próprias incoerências, o que pode levá-lo à reestruturação do modelo, ou até à sua rejeição. Ao participar da proposta de modelagem, os alunos têm a oportunidade de formular perguntas mais críticas, de propor explicações e previsões, de avaliar o modelo proposto, obtendo novas informações que podem ajudar na sua reformulação (JUSTI, 2006). A modelagem, em sala de aula, ajuda também os alunos a mudarem algumas concepções erradas sobre modelo, como a consideração de que o modelo é algo pronto na natureza e não construído pela mente humana (JUSTI, 2010).

Além desse diagrama de Modelo de modelagem descrito anteriormente, tem-se também um tetraedro (figura 2), elaborado por Justi (2010), que sintetiza as quatro etapas principais envolvidas na modelagem e pode ser usado como orientador na elaboração de atividades fundamentadas na modelagem.

Figura 2 – Relacionamento entre as principais etapas envolvidas na modelagem.



Fonte: Justi<sup>7</sup> (2010a) *Apud* Justi (2010b, p. 223).

<sup>7</sup> JUSTI, T. Las concepciones de modelos de los alumnos y el aprendizaje de las ciencias. Um relación compleja y central em la enseñanzade las ciências. In: CAAMAO, A (Ed.). **Didáctica de la física y química**. Barcelona: Graó, 2010. *Apud* Justi (2010).

A **elaboração** do modelo mental consiste na definição dos objetivos do modelo e na obtenção de informações sobre o sistema modelado. A **expressão** do modelo é realizada a partir da integração de um ou mais dos modelos de representação. A etapa de **testes** divide-se em dois tipos: empíricos e mentais. Podem ser usados de acordo com o sistema que se quer modelar. Por fim, a **identificação de abrangência e limitações** do modelo a partir do confronto dele com o objetivo proposto inicialmente.

Por meio da modelagem, os alunos podem perceber a transitoriedade do conhecimento, entendendo a essência do trabalho científico. Os alunos também podem, além de entender para que serve o modelo, na Ciência, solucionar problemas e ampliar o que aprenderam para outras situações e contextos diferentes do estudado. Os alunos deixam de ser passivos, como ocorre no ensino convencional, e passam a ser aprendizes ativos no processo de modelagem, formulando seus próprios modelos, modificando-os quando necessário e, principalmente, associando a atividade em sala com o trabalho que os cientistas realizam ao formularem seus modelos científicos.

## **2.2. Contribuições da Modelagem/ Modelos para o Ensino de Ciências**

Após a leitura de vários artigos (periódicos da literatura brasileira, espanhola e alguns artigos em língua inglesa) da área de modelos/modelagem, percebemos que o ensino fundamentado na modelagem parece não ocorrer de forma geral em Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Sejam pesquisas com experiências, focando o aluno, ou investigações voltadas para formação inicial e continuada de professores que atuam nessa modalidade. Os relatos que temos, na literatura, concentram-se em experiências realizadas com alunos de Ensino Médio (em disciplinas de Biologia e Química) e professores de Química desse nível de ensino. Podemos citar os trabalhos de Ferreira (2006); Ferreira (2009); Mendonça (2008); Mendonça (2011); Souza (2007); Queiroz (2009); Costa (2012); Braga (2010); Figueirêdo (2008).

Todas as pesquisas realizadas no âmbito do Ensino Médio foram feitas em situações regulares de ensino, com alunos dos turnos diurno e noturno, alguns dentro da faixa etária correspondente a sua série, outros em faixa etária acima dos 18 anos. Tais aspectos são motivadores para o professor que quer utilizar em suas aulas essas propostas de ensino, pois as pesquisas são exemplos de estratégias usadas em situações reais de ensino. São experiências que deixam em evidência a

possibilidade de uso da modelagem em contextos de ensino, partilhados por vários professores, turmas com alunos de diferentes idades, com diferentes demandas de aprendizagem e conteúdos em que os alunos apresentam dificuldades semelhantes. As pesquisas trouxeram a contribuição do uso de modelos e modelagens para aprendizagem dos alunos com relação ao tema focado nas estratégias, como: equilíbrio químico, ligação iônica, divisão celular.

Antes de trazer as contribuições do ensino fundamentado em modelos e modelagem para o Ensino de Ciências, evidenciamos três objetivos propostos por Hodson<sup>8</sup> (1992), fazendo uma relação deles com o papel dos modelos e da modelagem. Para o autor, as ideias principais dos objetivos são:

(i) **aprender ciências**, isto é, entender as principais ideias produzidas pela ciência; (ii) **aprender sobre ciências**, isto é, entender aspectos importantes de História, Filosofia e Metodologia da Ciência; (iii) **aprender a fazer ciência**, Isto é, tornar-se capaz de participar de atividades que conduzam à elaboração de conhecimento científico. (p. 215).

Justi e Gilbert<sup>9</sup> (2002) fazem uma relação desses objetivos com o papel que os modelos e modelagens desempenham no Ensino de Ciências. Assim para:

(i) **Aprender ciência**, os estudantes devem saber sobre a natureza, abrangência e limitações dos principais modelos científicos; (ii) **aprender sobre ciências**, os estudantes devem ser capazes de avaliar o papel de modelos no desenvolvimento e disseminação dos resultados da pesquisa científica; (iii) **Aprender a fazer ciência**, os estudantes devem ser capazes de criar, expressar e testar seus próprios modelos. (p. 215-216).

Considerando as perspectivas propostas pelos autores, trazemos resultados de pesquisas desenvolvidas na área de modelos e modelagem (no Ensino Médio) que evidenciaram um ou mais dos objetivos propostos para o Ensino de Ciências. Alguns dos trabalhos trouxeram, por exemplo, a aprendizagem de conceitos e modelos químicos curriculares (“aprender ciência”):

➤ Favoreceu a compreensão de aspectos essenciais ao equilíbrio químico, como: “processo ser dinâmico; as velocidades das reações de formação de

<sup>8</sup> HODSON, D. In search of a meaningful relationship: na 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 *Apud* Justi (2010).

<sup>9</sup> JUSTI, R; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modeling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, London, 24, 4, p. 369-387, 2002. *Apud* Justi (2010).

produtos e reagentes ser constantes; as espécies reagentes e produtos coexistirem no mesmo sistema”. (FERREIRA, 2006, p. 98).

➤ Proporcionou o entendimento de aspectos qualitativos da energia envolvida nas transformações químicas, como: “o rearranjo dos átomos não ocorre por simples acaso, mas envolve questões energéticas tanto na quebra quanto na formação de novas ligações”. (SOUZA, 2007, p. 176).

➤ Desenvolveu ideias associadas à aprendizagem de ligação iônica, como: relação entre o abaixamento da energia e formação de substâncias mais estáveis; ligação iônica como atração eletrostática entre íons de cargas opostas; existência de força eletrostática entre íons no estado líquido; e rompimento de várias e fortes interações interatômicas durante a fusão. (MENDONÇA, 2008).

Além dessas contribuições associadas à aprendizagem de modelos químicos curriculares, os alunos tiveram mudanças em suas concepções alternativas, apresentadas antes ou durante atividades de modelagem para concepções aceitas pela ciência atualmente. Podemos citar as pesquisas de Ferreira (2006) e Viana (2010).

Na literatura brasileira não encontramos relatos de experiências nas Séries Iniciais fundamentadas na modelagem o que é confirmado por Acher *et alii* (2007):

Poucos estudos têm sido feitos sobre modelagem nos primeiros anos de escolaridade, uma vez que estudantes desta idade geralmente são considerados incapazes de construir, ou abstrair, entidades e processos de modelos científicos consensuais e, conseqüentemente, a ciência ensinada tende a ser descritiva. (p.399).

Esse mesmo autor desenvolveu uma pesquisa realizada em um Distrito de Buenos Aires com 24 alunos (7 a 8 anos de idade) da terceira série de uma escola primária. Os alunos manipularam materiais físicos e criaram modelos explicando as propriedades e o comportamento deles. Esse parece ser um dos poucos trabalhos desenvolvidos, envolvendo a modelagem no nível de ensino - foco de nossa pesquisa. Acher *et alii* (2007) aponta, em seu trabalho, que uma dos principais obstáculos ainda em se trabalhar a prática de modelagem em sala de aula com os primeiros anos do Ensino Fundamental é a dificuldade dos professores em selecionar modelos consensuais científicos e estabelecer correspondências entre esses e as ideias expressas pelos alunos em suas representações.

Encontramos estudos realizados em outros países (Louca *et alii*, 2011; Schwarz e White, 2005; Schwarz *et alii*, 2009) envolvendo o ensino fundamentado em modelagem no Ensino Fundamental. Relacionamos, a seguir, as contribuições das pesquisas com os objetivos para o ensino de Ciências. Com relação ao **“aprender a fazer ciência”** e seus aspectos envolvidos com as etapas da modelagem:

- Compreensão, pelos alunos, de que os modelos são revisados a partir de novas informações ou evidências. (SCHWARZ; WHITE, 2005).
- Avaliação e comparação dos modelos, pelos alunos, determinando quais aspectos incluir em um modelo consensual. (SCHWARZ *et alii*, 2009).

As pesquisas apresentam também contribuições da modelagem na compreensão do papel dos modelos na prática científica (**“aprender sobre ciências”**):

- Os alunos adquiriram ao final da aplicação das unidades de ensino “uma boa compreensão do papel dos modelos e modelagem na ciência”. (Schwarz *et alii*, 2009 p. 634).
- Os estudantes tiveram uma boa compreensão do propósito dos modelos. (SCHWARZ; WHITE, 2005).

Por fim, a contribuição da modelagem na compreensão de conceitos físicos (**“aprender ciências”**). Segundo Schwarz *et alii* (2009), os alunos do Ensino Fundamental aprenderam mais sobre fenômenos de condensação e evaporação com a modelagem. Desenvolveram modelos de evaporação mais sofisticados.

Segundo Ferreira (2006), a vivência dos alunos no processo de construção de modelos permite a compreensão deles do próprio processo. O que foi corroborado também pelas pesquisas apresentadas anteriormente. Acreditamos que se possa desenvolver essa compreensão também pelos professores, ao participarem do processo de construção de modelos. O professor pode trabalhar, assim, aspectos da natureza, do processo de construção, das limitações e abrangências dos modelos.

De acordo com Ferreira e Justi (2005), os professores “somente estarão aptos a sustentar e conduzir o processo de construção de modelos em suas salas de aulas se eles apresentarem uma compreensão clara da utilização de modelos em ciência”. Assim, é preciso que, para que as atividades de modelagem sejam bem conduzidas, o professor tenha conhecimento sobre o assunto, para isso ele deve

participar de estratégias que envolvam a modelagem, seja durante sua formação inicial ou continuada.

Encontramos uma pesquisa em nível nacional (Figueirêdo, 2008) que traz contribuições da estratégia de modelagem para formação continuada de professores de química no Nível Médio. O estudo usou metodologia semelhante a nossa, a pesquisa colaborativa, como eixo norteador da formação dos professores. Com o objetivo de promover o desenvolvimento dos conhecimentos dos docentes sobre modelos e modelagens no ensino de Química. Estudos de caso sobre duas docentes foram elaborados e discutidos ao longo do trabalho, trazendo seus respectivos resultados. Primeiramente ressaltamos pontos positivos do uso do processo formativo colaborativo no curso de formação continuada realizado por Figueirêdo (2008):

- Elevou o nível de compreensão do processo de modelagem pelas professoras;
- Possibilitou a elaboração de uma estratégia fundamentada na modelagem, adaptando a seus contextos reais de ensino;
- Favoreceu a comunicação dos resultados por meio de um artigo científico, elaborado pelo grupo de professores.
- Proporcionou o compartilhamento de ideias e inovações entre os professores, promovendo melhoras no processo ensino aprendizagem.
- Possibilitou aos docentes observar e analisar suas próprias aulas, discutindo os resultados com os colegas participantes do curso. Favorecendo uma “reflexão sobre a ação”.
- Apoiou os professores no esclarecimento de dúvidas e na superação de desafios, fornecendo segurança e autonomia na aplicação da estratégia.

As professoras desenvolveram, durante o curso, estratégias adaptadas a seus contextos de ensino sobre as diferenças entre interações interatômicas e intermoleculares. Por meio da aplicação das estratégias, os alunos compreenderam um conteúdo que, geralmente, eles possuem dificuldades no seu entendimento (FIGUEIRÊDO, 2008). Favoreceu, assim, o alcance do objetivo “**aprender ciências**”. Houve também incorporação pelas professoras em sua prática pedagógica de “conhecimento conceitual sobre a condução das estratégias de modelagem, sabendo o que fazer, por que fazer e como fazer” (Figueirêdo, 2008 p. 186). Esse conhecimento das etapas do processo de modelagem foi promovido pela participação delas na instrução (reuniões quinzenais com a abordagem da teoria e

prática de modelagem) e na pesquisa-ação (desenvolvimento de uma estratégia e aplicação em seu contexto de sala de aula). Há outros estudos como de Justi e Driel (2006) realizados com professores de ciências (mestres em Química e Física) da Holanda que também buscaram compreender como foi o desenvolvimento do conhecimento sobre modelos e modelagem durante um curso de formação e aplicação de um projeto de pesquisa em seus contextos de ensino.

Acreditamos assim, com essas experiências, no potencial dessa abordagem de ensino, na promoção de um processo ensino e aprendizagem mais significativa. A partir das contribuições apresentadas, desenvolvemos nosso trabalho, focando um contexto de ensino diferente do apresentado, as Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Elaboramos um curso de formação continuada para professores, com a perspectiva de que os docentes compreendessem como as atividades de modelagem podem ser realizadas em sala de aula e quais as contribuições delas para a apropriação de conceitos científicos (principalmente os químicos). Percebemos que, nesse nível de ensino, os professores brasileiros não trabalham com a estratégia de modelos e modelagens. O curso foi elaborado e conduzido com a perspectiva de que os professores incorporassem a estratégia em sua prática pedagógica e, finalmente, houvesse assim uma compreensão pelos seus alunos de conceitos químicos (“**aprender ciências**”).

### **3. Delineamento Metodológico**

Ainda não há um consenso para o significado de pesquisa colaborativa - nossa opção para o presente trabalho – mas, há uma característica que, geralmente se encontra ao falar desse tipo de pesquisa, a potencialidade que ela tem em melhorar o “desenvolvimento profissional por meio de oportunidades de reflexão sobre a prática, críticas partilhadas e mudanças apoiadas” (MIZUKAMI, 2003). Por meio dela, conduzimos um curso para professores de Séries Iniciais do Ensino Fundamental, construindo uma parceria com os professores, participantes ativos da pesquisa, que contribuíram também para a elaboração da proposição associada à dissertação.

#### **3.1. A Pesquisa Colaborativa**

Na pesquisa-ação colaborativa, os participantes são considerados como coprodutores da pesquisa. Durante a pesquisa colaborativa, temos a valorização das atitudes de colaboração e reflexão crítica, reconhecendo que as teorias não são a realidade, pelo contrário, tentam explicá-la e representá-la. A pesquisa, nessa modalidade, veio com a constatação de que havia um distanciamento entre o mundo da prática profissional e o da pesquisa. Os professores “participam como coprodutores da investigação sem necessariamente tornarem-se pesquisadores” (IBIAPINA, 2008, p. 32). Há, durante esse tipo de pesquisa, o confronto de perspectivas e interpretações com várias interpretações vindas de diversas vozes (IBIAPINA, 2008).

Assim, essa pesquisa buscou vencer o desafio de unir interesses de pesquisadores e professores, na busca de encontrar caminhos para mudar as estruturas educativas e sociais, uso da pesquisa não só para produção de conhecimentos, mas como espaço de formação de professores (IBIAPINA, 2008). Nosso propósito com o curso foi alcançar o objetivo de formação de professores, que se sintam à vontade em compartilhar e refletir sobre sua própria prática, apresentando suas dificuldades, questionamentos, anseios que possuem como profissionais que nem sempre estão amparados e apoiados pela universidade. Estabelecer confiança entre os pares (pesquisador e professor) é uma característica que a pesquisa colaborativa demanda, para que ela tenha a parceria e coautoria dos professores para produção de saberes, para que os problemas não sejam somente

dos pesquisadores, mas uma necessidade também dos professores em buscar uma solução para eles. Trata-se do “estabelecimento dos vínculos entre os pesquisadores da universidade e os professores da escola” (Pimenta, 2005 p. 529). Em nossa investigação, não pretendemos levar soluções imediatas ou “receitas de bolo” para a prática docente, mas uma interação entre pesquisador e pesquisado, que poderá modificar a atividade docente, por meio da reflexão sobre a própria prática, sem imposição de estratégias alternativas às suas. Pretendemos que ele se sinta sujeito e autor da mudança que considerar necessária no ensino sob sua responsabilidade.

Ibiapina (2008, p. 31-32) ressalta um ponto importante dessa modalidade de pesquisa, que é “necessário esclarecer que colaborar não significa que todos devam participar das mesmas tarefas e com a mesma intensidade, mas que, sobre a base de um projeto comum, cada partícipe preste sua contribuição específica”. O professor não, necessariamente, terá que interpretar e analisar dados junto ao pesquisador, mas poderá dentro de suas limitações contribuir nessa etapa de pesquisa se assim o quiser. A pesquisa colaborativa pode, assim, auxiliar para o desenvolvimento de habilidades como as associadas à realização de pesquisa no ensino, no desenvolvimento de investigações em seu próprio campo de trabalho.

A pesquisa dos professores parece também desenvolver neles motivação e entusiasmo em relação ao ensino, além de revalidar a importância de seu trabalho. Há ainda evidências da relação entre a pesquisa-ação e melhorias no aprendizado, comportamento e atitude dos estudantes. Os professores envolvidos na pesquisa de suas próprias práticas parecem ainda adotar modelos de ensino mais centrados nos alunos e se convencem da importância de ouvir, observar e procurar entender os alunos. (ZEICHNER; DINIZ-PEREIRA, 2005 p. 68).

Segundo Pimenta (2005),

Os professores vão se constituindo em pesquisadores a partir da problematização de seus contextos. Na reflexão crítica e conjunta com os pesquisadores da universidade, são provocados a problematizar suas ações e as práticas da instituição e a elaborar projetos de pesquisa seguidos de intervenção. (p. 523).

Os próprios professores encontram, em sua prática docente, momento oportuno para investigação do processo ensino-aprendizagem, buscando melhorar suas estratégias e metodologias, diferentemente de outras pesquisas, em que os problemas são trazidos pelos pesquisadores sem discussão com aqueles que, realmente, vivenciam o contexto sala de aula; os docentes que nela atuam.

### 3.2. A Coleta de Dados

Para coleta de dados, os encontros foram gravados e as atividades registradas de forma escrita. A gravação foi autorizada pelos professores e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento, (apêndice I), foi assinado por todos. Para avaliação do conhecimento dos professores sobre modelos/modelagem, ao final do curso, usamos a técnica de grupo focal no oitavo encontro. O grupo focal tem por finalidade “extrair das atitudes e respostas dos participantes do grupo sentimentos, opiniões e reações que resultariam em um novo conhecimento” (GOMES, 2005 p. 279). É uma técnica proposta por um sociólogo estadunidense, Robert King Merton, que tem por objetivo obter respostas a textos, filmes e questões (GOMES, 2005). Geralmente se exige, para participação no grupo focal, que os sujeitos tenham vivido experiências semelhantes, concretas. Assim, usamos essa técnica, pois os professores vivenciaram experiências semelhantes durante o curso e fazem parte de um grupo de profissionais que ministram aulas para um mesmo nível de ensino; as Séries Iniciais. Essas características são importantes para uso do grupo focal “os envolvidos no grupo focal devem ter testemunhado um evento em comum” (GOMES, 2005 p. 280). Por exemplo, na nossa pesquisa todos os participantes vivenciaram as atividades do curso de formação, o que foi um evento comum a todos. Algumas características do grupo focal são:

- Os participantes de entrevistas de grupo focal têm mais oportunidades de esclarecer e oferecer exemplos sobre aquilo que está em foco, o que não ocorre na maioria das entrevistas estruturadas (GOMES, 2005 p. 282);
- Permite que os participantes “apresentem, simultaneamente, seus conceitos, impressões e concepções sobre determinado tema” (NETO *et alii*, 2002, p. 5).
- É usado para investigação de questões complexas no desenvolvimento e implementação de programas (GOMES, 2005).

O grupo focal foi usado também, pois no momento em que terminávamos o curso o tempo foi curto para realização de entrevistas individuais, o que poderia ser minimizado com uso desse instrumento de coleta de dados.

Um portfólio foi proposto, inicialmente, para que os professores e a pesquisadora pudessem acompanhar as aulas elaboradas e aplicadas por eles em contextos reais de ensino. Ele foi elaborado, ao final, trazendo os resultados que os

professores tiveram com seus alunos. Eles registraram, no portfólio, as atividades aplicadas, os resultados delas com os alunos, percepções e dificuldades deles durante a aplicação do projeto. Foram feitos dois portfólios. Um foi elaborado por uma professora e outro, por um grupo de três professoras.

### **3.3. Primeiros Passos para Constituição do Grupo Colaborativo**

No mês de outubro de 2011, apresentamos à Secretaria Municipal de Educação de um Município de Goiás o curso de extensão intitulado “Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências”. Ele era destinado a professores das Séries Iniciais que ministram aula na rede pública da região. Foi informado que os participantes, ao final, receberiam um certificado emitido pelo CESPE/UnB de 50 horas. Segundo estudo realizado pela Fundação Carlos Chagas (2011) um dos estímulos para formação continuada é a certificação dos participantes, pois com ela há incentivos para pontuação no plano de carreira e melhorias nos cargos e salários. A superintendente pedagógica se prontificou a, juntamente com sua equipe técnica, divulgar, nas 43 unidades escolares da região, o curso de formação continuada. O Município possui 340 docentes (1.º ao 5.º ano) que ministram aulas nos turnos matutino e vespertino. Distribuímos um formulário (apêndice A) para que os professores preenchessem seus dados pessoais e profissionais, e o motivo do interesse deles na participação do curso. Ofertamos 20 vagas para todo o Município, desse total preenchemos onze, com professores provenientes de diferentes escolas. No entanto, desse total de onze professores somente nove iniciaram o curso. Percebemos também, ao longo do curso, que o não preenchimento de todas as vagas favoreceu uma maior interação e aproximação dos professores que um grupo maior talvez não proporcionasse.

No início, percebemos a resistência dos professores em se inscreverem para o curso. As inscrições tiveram início em novembro de 2011 e prorrogaram até março de 2012. Tivemos dificuldades em realizar o curso durante a semana, pois os professores possuem uma carga horária que preenche quase todo o dia e não contam com horários para coordenações. Há um horário para estudo individualizado e cada um escolhe o momento que irá usufruir disso. Esse período de estudo varia de acordo com a carga horária de cada professor (20 a 60 horas). Por exemplo, um professor que trabalha 20 horas possui 50 minutos como horário individual. Esse

horário individual aumenta de acordo com a carga horária de trabalho. Os professores relataram, em conversas informais durante o período do curso, que, geralmente, não conseguem liberação da escola para participação em cursos de formação continuada. Além disso, eles trabalham em duas escolas ou mais, o tempo em que não estão em sala de aula, usam para preparação de suas aulas - motivos difíceis em sua formação profissional. Alguns professores eram contratos temporários e ainda não sabiam se ficariam como docentes na região, pois esperavam a convocação em outro Estado próximo, onde a remuneração era maior. Esse foi outro motivo também relatado por eles para a não participação no curso.

No entanto, mesmo com esses obstáculos, iniciamos o curso no dia 14 de abril e terminamos no dia 14 de outubro.

### **3.4. O Curso: “Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências”**

O curso intitulado “Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências” iniciou com nove docentes (foram onze inscritos) e encerrou com três professores que não tiveram uma frequência estável (apêndice H) durante o curso. Planejamos oito encontros semanais com quatro horas/aula de duração. Devido à dificuldade dos professores em participarem, durante a sua semana de trabalho, organizamos encontros aos sábados em um colégio do Município, localizado no centro da cidade e de fácil acesso a todos. No entanto, os encontros não foram sequenciais, uma vez que, em três finais de semana, não foi possível a sua realização. Isso ocorreu por causa da falta de energia em dois sábados (21 e 28 de abril) seguidos no colégio escolhido para o curso e um sábado (09 de junho), quando houve um feriado na quinta feira, o que levou a um recesso escolar.

O curso foi dividido em encontros presenciais e virtuais. Os encontros virtuais foram realizados por meio do Fórum Permanente de Professores (FPP) que promove curso de formação continuada para docentes do Ensino Fundamental e Médio, disponibilizando um Ambiente Virtual de Aprendizagem. Criamos uma disciplina na plataforma Moodle com o nome do curso, possibilitando complementar o trabalho desenvolvido presencialmente. Semanalmente, postávamos atividades (textos, fóruns de discussão, vídeos) para participação dos professores virtualmente. Atividades que, quando necessário, tinham o tempo de permanência ampliado na plataforma, sempre priorizando a participação e aprendizagem dos professores. O

curso, nesse ambiente, foi criado como uma complementação dos encontros presenciais, permitindo a postagem de textos, a discussão em fóruns e a realização de atividades extras que envolviam a modelagem. Ao longo do curso, percebemos a dificuldade dos professores em acessar o curso no ambiente virtual, principalmente, segundo eles, pela falta de tempo e/ou pela dificuldade de acesso à Internet. A dificuldade de acesso à Internet poderia ser resolvida com o acesso na própria escola onde trabalham, pois antes de iniciar o curso já tínhamos conversado com a superintendente pedagógica e ela nos disse que todas as escolas municipais têm acesso à Internet. Assim, o primeiro motivo de falta de tempo era o mais coerente. Este motivo também foi presente nos encontros presenciais, quando houve uma instabilidade dos professores durante o curso. Uma sugestão para cursos futuros são encontros quinzenais com os professores. Experiência que foi feita no estudo de Figueirêdo (2008) e trouxe resultados satisfatórios durante e ao final do curso. Segundo experiência da autora em cursos de formação, encontros semanais sobrecarregam os professores e os fazem desistir ao longo do processo. Pode-se pensar que a desistência dos participantes no nosso curso tenha causa semelhante.

### **3.5. Contexto da Pesquisa: Conhecendo os Professores/Colaboradores**

O primeiro encontro aconteceu no dia 14 de abril e fizemos um roteiro com as atividades planejadas para o dia (apêndice B). Dentre elas, estavam previstas a apresentação dos participantes do curso, exposição dos objetivos do curso, duas dinâmicas, duas atividades práticas, entrega de um kit com material para anotações. A descrição desse encontro será apresentada aqui, pois o primeiro contato com os professores foi estabelecido nesse dia. Por meio dele, pude conhecer quem eram os professores participantes e quais suas expectativas em relação ao curso. Não usamos o gravador nesse dia, pois gostaríamos que eles se apresentassem primeiro e se sentissem à vontade com o grupo e a pesquisadora. Assim, fizemos somente anotações de campo. Um desejo nosso, durante os encontros, é que se estabelecesse um ambiente acolhedor, permitindo que os professores trouxessem suas dificuldades e anseios com o curso, pois nossa intenção era que o processo formativo fosse colaborativo.

As atividades iniciaram com atraso. Alguns participantes residiam em outros Municípios ou no Distrito Federal e dependiam de transporte público para chegar ao

local, por isso, tinham dificuldades com relação à pontualidade. Devido ao atraso dos participantes e a falta de estrutura da sala para projeção do data show, iniciamos as atividades às 9h. Inicialmente, a pesquisadora (ministrante) do curso se apresentou. Em seguida, solicitou aos participantes que mencionassem o nome, a escola onde trabalhavam atualmente, o tempo que exerciam a profissão e o motivo que os levou a se inscreverem no curso. Dos onze professores inscritos, nove deles estavam presentes, bem como a superintendente pedagógica do Município, a qual expressou seu desejo de participar como ouvinte, para que, posteriormente, pudesse levar o que aprendeu a outros professores. Os participantes ficaram à vontade para sua apresentação pessoal e profissional. Cada participante levou cerca de 10 a 15 minutos para apresentação. Os professores, em sua maioria, mencionaram trabalhar com alunos portadores de necessidades especiais (síndrome de *Down*, autismo, deficientes, mentais leves e graves, entre outras deficiências) nas Séries Iniciais, esclareceram suas experiências com esses alunos em relação ao processo ensino-aprendizagem. Os participantes possuíam experiência profissional variando de 5 a 18 anos de trabalho e uma das professoras está atualmente, como coordenadora em uma Escola Municipal. São professores que aspiram a cursos de formação continuada como forma de atualização e capacitação na perspectiva de mudanças no processo de ensino-aprendizagem. Eles buscavam o nosso curso com diferentes expectativas: aprender o que são os procedimentos e habilidades no currículo; trabalhar no aluno a curiosidade por meio de atividades; uso da experimentação para tornar a aula mais motivadora e interessante; interesse do professor pela área de ciências; adquirir conhecimento com o curso. Pontos trazidos por eles também nos formulários preenchidos para inscrição no curso, ao expressarem suas expectativas:

**P2:** *As dificuldades e carências, tanto materiais, quando de formação adequada dão o mote inicial. Entretanto, para além da formação vem o desejo de contribuir para que os conteúdos de ciências sejam mais bem aplicados nas escolas da rede municipal onde leciono; vez que as aulas de ciências são, via de regra, mais centradas nos conteúdos livrescos do que em experiências práticas ou mesmo, porque não, lúdica da disciplina! A ideia, então, repousa na possibilidade de, através do curso, “diversificar”/melhorar a forma de aplicação dos conteúdos ministrados de modo a tornar as aulas de ciências mais atraentes para os alunos, contribuindo assim para sua aprendizagem.*

**P9:** *Pretendo participar do curso, pois com ele terei um conhecimento a mais na minha área de atuação. E com ele poderei ajudar os meus alunos na sua aprendizagem.*

Um anseio comum a nós, professores, trazer aos alunos aulas mais atrativas, motivadoras, que despertem o interesse deles pelas aulas de Ciências, contribuindo, assim, para melhoria da aprendizagem. Além disso, percebemos na fala de P1 a necessidade de mudança de sua prática, com aulas mais “práticas” e menos apoiadas na memorização de conceitos. Práticas docentes já evidenciadas na literatura. Segundo Lorenzetti<sup>10</sup> (\_\_\_\_),

A forma como os conteúdos são apresentados em sala de aula contribui para um ensino deficiente em ciência. Na maioria das vezes, os conceitos dos conteúdos são apenas apresentados, seguindo-se uma série de exercícios em que o aluno copia literalmente os conceitos apresentados no texto. Utilizam-se jogos, exercícios de completar, palavras cruzadas que induzem à memorização mecânica das respostas. (p. 5)

A carência de “material” relatada por P2 foi uma fala recorrente, durante todo o curso, dentre os professores. Percebemos a falta de material adequado para as Séries Iniciais, principalmente com a proposição de atividades experimentais. Quando se fala do primeiro ano do Ensino Fundamental, a dificuldade é ainda maior. Para os professores, o sentimento é que se acrescentou um ano a mais aos quatro primeiros anos do Ensino Fundamental e ainda não se tem definido o que ensinar para esses alunos. Os que trabalham nessa série são inseguros e não sabem “o quê” e nem “como” ensinar para crianças na faixa etária de seis anos. O currículo passa por reformulações a cada ano. No início deste ano, conversamos com a superintendente pedagógica e ela nos disse que o currículo estava sendo avaliado e passaria por modificações. Ele chegou às escolas dos professores participantes do nosso curso somente em setembro deste ano já no 3º bimestre. Agora mais detalhado, com conteúdos que envolvem conceitos químicos, físicos e biológicos.

Durante esse espaço de apresentação, eles trouxeram alguns questionamentos sobre a prática docente como os aspectos sociais que interferem na aprendizagem dos alunos. Relataram não possuir horário de coordenação, mas de horário individual. Segundo eles é naquele momento que o coordenador se reúne

---

<sup>10</sup>LOREZENTTI, L. O ensino de ciências naturais nas séries iniciais. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/52918059/o-ensino-de-ciencias-naturais-nas-series-iniciais>. Acesso em: 16 de julho de 2012.

em um horário pré-determinado com o professor. Geralmente, cada professor possui horário individual diferente um do outro. A maioria trabalha em mais de uma escola para completar a carga horária de trabalho. Uma exigência também da própria Secretaria Municipal de Educação é que os professores completem sua carga, evitando a contratação ou nomeação de novos professores. Assim, segundo os professores, o Município reduz os gastos com os profissionais de educação. Os professores mostraram-se interessados e receptivos ao curso, todos conheciam uns aos outros e demonstravam companheirismo entre eles até mesmo na formação um do outro como docente.

Após a apresentação, entregamos o kit com material para anotações durante o curso. Com atraso, iniciamos, por volta das 10h30min, a apresentação da plataforma Moodle por um funcionário do Cespe. Os professores, em sua maioria, disseram que já usaram Ambientes Virtuais de Aprendizagem durante cursos de formação continuada. Assim, apresentamos o curso no Moodle, suas características e objetivo em usar o recurso para atividades do curso. Explicamos aos professores como o cadastro deve ser feito, com a participação de um deles para preenchimento do mesmo. Após essa etapa, cada um utilizou um notebook - havia quatro instalados na sala - para realização do cadastro. Por volta das 11h45min terminamos o cadastro de todos e fechamos as atividades do dia por causa do pouco tempo restante ao final.

### 3.6. Descrição dos Encontros Vivenciados com o Grupo

Planejamos um curso com oito encontros semanais que ocorriam aos sábados em uma escola da região. O quadro 1, a seguir, traz um resumo das atividades realizadas, presencialmente, durante cada encontro.

Quadro 1- Descrição das atividades dos encontros

<b>Encontros</b>	<b>Atividades previstas</b>	<b>Objetivos gerais</b>
Primeiro (Apêndice B)	Caracterização do grupo colaborativo: expectativas com relação ao curso; tempo de experiência nas Séries Iniciais; série/ escola em que trabalha, atualmente. Cadastrado no AVA: cadastro na plataforma Moodle do Cespe; esclarecimento de dúvidas sobre o uso do Ambiente Virtual.	Conhecer os professores participantes do grupo colaborativo;  Apresentar a disciplina no Moodle e realizar o cadastro dos professores.
Segundo (Apêndice B)	Dinâmica; explicação sobre os objetivos do curso (uso de vídeo produzido pela pesquisadora); e concepção de modelo a	Levantar as concepções dos professores por meio de relato de experiência;

Encontros	Atividades previstas	Objetivos gerais
	partir de relato de experiência (Atividade I – Apêndice B);	
Terceiro (Apêndice B)	Identificação de modelos através da análise de diferentes sistemas <sup>11</sup> (Atividade II- Apêndice B); Leitura e discussão de um artigo <sup>12</sup> sobre o ensino de Química no Ensino Fundamental.	Identificar as concepções dos professores sobre modelos; Discutir sobre a importância de ensinar Química nas Séries Iniciais;
Quarto (Apêndice C)	Discussão sobre modelos científicos e modelos cotidianos; Função dos modelos na Ciência e no ensino de ciências; Experimento da “Caixa fechada”.	Discutir modelos no cotidiano e modelos científicos estabelecendo suas diferenças; Entregar o texto: “O que são modelos? Para que servem?” Vivenciar algumas etapas do processo de modelagem por meio de uma atividade prática “Caixa fechada”.
Quinto (Apêndice D)	Água e óleo Desenho invisível <sup>13</sup>	Promover a criação de modelos, inserindo conceitos químicos (material/ substância);
Sexto (Apêndice E)	Estados físicos da água	Promover a criação de modelos e discussão de algumas etapas do processo de modelagem
Sétimo (Apêndice F)	Socialização dos modelos construídos durante os experimentos I, II, III e IV. Os professores apresentarão seus modelos uns para os outros.	Socializar os modelos para que os professores percebam a coexistência de vários modelos para um dado propósito. Perceber a importância da validação dos modelos pela comunidade científica
Oitavo (Apêndice G)	Elaboração dos projetos pelos professores; delimitação dos conteúdos a serem abordados nas estratégias fundamentadas na modelagem. O Grupo focal	Selecionar os conteúdos que serão abordados no projeto; Levantar os conhecimentos desenvolvidos pelos professores sobre modelos e modelagem após participação no curso.

Inicialmente, pretendíamos a realização de várias atividades no primeiro encontro (apêndice B), no entanto, em virtude do tempo disponível no dia, adiamos a primeira e a segunda atividade para o segundo e o terceiro encontro, respectivamente. Cada encontro foi construído a partir das necessidades formativas dos professores, que expunham suas opiniões e sugestões sobre o que foi desenvolvido naquele dia. Fizemos três atividades (quarto, quinto e sexto encontros)

<sup>11</sup> Modelo de atividade baseada na dissertação de: MENDONÇA, P. C. C. ‘Ligando’ as ideias dos alunos à ciência escolar: análise do ensino de ligação iônica por modelagem. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

<sup>12</sup> ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A química no ensino fundamental de ciências. Revista Química Nova na Escola, n. 2, p. 1- 4, nov., 1995.

que incluíam modelagem, para que os professores compreendessem as etapas do processo de construção de modelos. Trouxemos atividades que envolviam modelagem, com experimentos simples para que conceitos básicos da química fossem usados para elaboração dos modelos, dada a dificuldade deles com o conhecimento químico. No sexto encontro as atividades foram baseadas em um conteúdo que os professores trabalham no segundo ano do Ensino Fundamental; os estados físicos da água.

### **3.7. Sobre a Análise dos Dados**

Para análise de dados, apresentaremos os resultados em três diferentes momentos: concepção de modelo/modelagem dos professores antes do curso; conhecimento desenvolvido pelos professores sobre modelos/ modelagem durante o curso; e o conhecimento dos professores sobre modelos/ modelagem após a vivência nas atividades propostas no curso.

Durante a análise dos dados usaremos alguns códigos:

- A letra P será usada para indicar a fala dos professores e os índices 1, 2, 3, 4, 5,6,7,8 e 9 corresponderá ao número de ordem do professor. Assim, usaremos P1, P2, P3, e assim por diante.
- O código PQ será usado para indicar as intervenções da pesquisadora durante as atividades.

---

<sup>13</sup> Baseado na atividade de: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Desenho invisível. Revista Ciência Hoje na Escola: Química no dia a dia, p. 30, 2003.

## 4.Resultados e Análise dos Dados

Para que os professores participantes do grupo colaborativo vivenciassem e compreendessem como é o processo de construção de modelos no ensino de Ciências e na Ciência, era preciso identificar, primeiramente, suas concepções sobre modelos. Assim, planejamos três atividades. Duas presenciais (atividade I e II- apêndice B) e uma virtual (apêndice K) pela plataforma Moodle. As presenciais aconteceram no segundo e terceiro encontros, consecutivamente. E a virtual iniciou no dia 12 de maio com término previsto para o dia 18 de maio.

### 4.1. Concepções de Modelos dos Professores Participantes do Grupo Colaborativo

Três professores (**P2, P5 e P9**) participaram da primeira atividade (apêndice B), que ocorreu no segundo encontro. Quatro professores (**P2, P4, P7 e P9**) participaram da segunda atividade (apêndice B) que aconteceu no terceiro encontro. Dois professores (**P2 e P9**) do fórum de discussão da plataforma Moodle. Faremos análise e discussão dos resultados, confrontando as informações das três atividades, quando possível. Durante a primeira atividade, os professores deveriam relatar experiências que eles tiveram em sala de aula nas quais usaram modelos para compreensão de conceitos científicos. Propomos, inicialmente, a realização em dupla e que, depois, apresentassem a experiência um do outro, mas conversando com eles, optaram por fazer uma apresentação individual relatando sua própria experiência. Deixamos que eles ficassem à vontade na realização da atividade.

O professor **P2** trouxe uma aula sobre meio ambiente para expor sua concepção sobre modelo. Ele começou sua apresentação, fazendo alguns questionamentos sobre o significado de meio ambiente, em seguida mostrou três cartazes (apêndice J) que confeccionou com os materiais disponíveis para atividade. Segundo **P2**, o cartaz A com a figura recortada de uma revista era um modelo:

**P2:** *Porque ele representa o meio ambiente, representa o planeta, representa o mapa que os meus alunos já conhecem. Para aqueles que não conhecem, aqui é o mapa do hemisfério Sul, mas dá para perceber nos dois ciclos que tem, que um representa a Terra e outro representa o continente Sul Americano. Um mapa que representa o planeta Terra ele está*

*sobreposto ao mapa que está repleto de elementos da natureza.*

No segundo cartaz (C) produzido por **P2**, havia:

**P2:** *Uma multiplicidade de coisas. Ai tem animais, têm vegetais, tem objetos e dá para perceber que cada uma dessas coisas elas são retiradas uma das outras; os animais se alimentam das plantas. Os objetos por vez, eles são retirados dos vegetais; tem flores que enfeitam nosso ambiente que embelezam nosso ambiente; os animais ajudam essas mesmas árvores a se multiplicar vez que eles comem os frutos e, se comem as frutas, com seus dejetos carregam sementes que faz as árvores se multiplicarem.*

Para esse professor as imagens representam o meio ambiente, com a ligação dos seres vivos e seres não vivos que fazem parte dele. Ele apresentou, na segunda fala a ocorrência de um processo, de um ciclo na natureza; cada ser vivo está ligado um ao outro, sendo um exemplo de modelo. A concepção de **P2** está próxima com a definição de modelo como sendo a representação de um processo.

Na segunda atividade, **P2** identificou o mapa-múndi, o CO<sub>2</sub>, o ciclo d'água, a fotossíntese como modelos. O mapa-múndi ele justificou trazendo os objetivos da representação, “representa um modelo de referência sobre hegemonia econômica e política. Referencia a noção de posicionamento global”. O ciclo d'água, segundo ele, “(A foto) representa a forma de interpretar o processo de renovação natural da água. É possível compreender”. Em relação à simulação dos estados físicos, ele traz o auxílio do modelo na visualização “Da ideia visível da estrutura molecular. Torna possível a compreensão de um fato invisível”. Ressaltamos que ele traz uma característica do modelo; a visualização de entidades abstratas. Característica importante dos modelos a sua potencialidade em “visualização de entidades abstratas.” (QUEIROZ, 2009) Ele sempre associa o modelo a uma “representação”, entretanto em outros momentos ele traz o modelo como uma “reprodução” assim, não podemos afirmar que ele compreenda a natureza dos modelos. Quando o professor **P2** é questionado se o modelo ajuda na compreensão do tema abordado, o modelo (cartaz C- apêndice J) é considerado como sendo um padrão a ser seguido, uma referência:

*“[...] uma imagem traduz melhor quando eu digo: olha esse monte de crianças saudável. Verde é um símbolo de que o ambiente é saudável. Então a imagem quando ela passa um modelo a ser seguido tudo isso é importante, um artifício.”*

Esse pensamento dele já demonstra que, mesmo associando “modelo” a “representação”, o modelo continua sendo para ele algo a ser reproduzido. Concepção semelhante foi encontrada por outro estudo (JUSTI; GILBERT, 2001). Ao entrevistar dez professores do Ensino Fundamental, os autores obtiveram como resultado, que oito deles consideraram modelos como “reprodução de algo”.

Assim, o professor **P2** apresenta uma concepção inadequada de modelo mesmo quando o considera como uma representação. Ao analisar outros dois sistemas (atividade I- apêndice B), a fotografia e o carrinho de brinquedo, os dois são modelos, pois segundo ele:

*“Representa um espaço físico, social e humano no dado momento no tempo.” (fotografia)*

*“Representa um modelo de design.” (carrinho de brinquedo)*

A fotografia, mesmo sendo a própria realidade, é considerada por ele como uma representação de um local. Ao participar do fórum de discussão da tirinha da Mafalda (apêndice K), o professor **P2** traz o modelo como sendo uma representação ideal:

*“Bem, o globo é sim um modelo que na visão de Quino, faz referência à representação ideal e o modelo real presente em nosso planeta, o segundo modelo é o desejado pela personagem.”*

Ele estabelece uma diferença entre o modelo ideal no globo terrestre e o modelo que temos na realidade. O modelo, segundo o professor, seria algo ideal, que não constitui a realidade. Alunos do Ensino Médio, na pesquisa de Mendonça (2008), tiveram concepção semelhante à desse professor. Interpretaram semanticamente o que estava escrito na tirinha de Mafalda, disseram que “o globo terrestre era um modelo por ser uma forma de representação” (MENDONÇA, 2008 p.110). Mas mesmo apresentando concepções inadequadas de modelo, o professor **P2** traz, em uma conversa, durante a apresentação da professora **P9** alguns pontos do processo de construção de modelos. Para ele, às vezes, é necessário mudar o modelo:

**P2:** *Mudar o modelo, mudar justamente para que ele seja mais compreendido, mais absorvido e haja sucesso.*

**PQ:** *E essa mudança do modelo vem a partir de que necessidade?*

**P2:** *Você tem um objetivo. O meu objetivo, por exemplo, é sensibilizar os meus alunos de que eles fazem parte do meio ambiente e que nesse ambiente existe uma interdependência e que sou responsável por essa interdependência. Se a própria transmissão do conteúdo seja o modelo que eu tô usando, o paradigma, a prática que eu tô usando não tá sendo suficiente não tá sendo boa, é hora de mudar o meu modelo, a minha estratégia, usar um novo modelo uma nova estratégia. O objetivo continua sendo o mesmo. O objetivo a ser alcançado continua sendo o mesmo, a estratégia que precisa ser modificada, pra isso é necessário mudar o modelo.*

Apesar de usar o modelo falando de estratégia, observamos algumas características de modelos na ciência. Seu aspecto provisório, podendo ser modificado quando necessário, às vezes um paradigma deve ser derrubado para que um novo modelo seja criado. Mesmo considerando algumas de suas concepções inadequadas sobre a natureza dos modelos, ele desenvolve um raciocínio semelhante ao que usamos ao construirmos modelos na ciência.

A segunda apresentação da atividade I foi da professora **P5**. Como ela participou somente dessa atividade, pois não estava presente no terceiro dia, trazemos apenas os resultados referentes a ela. Ela trouxe o tema “corpo humano” para apresentação do seu relato de experiência. Uma atividade que tinha sido usada em sala, com alunos do 1º ano do Ensino Fundamental na faixa etária de seis anos de idade. Segundo ela, uma canção seria empregada para trabalhar as partes do corpo humano, pois a música é muito usada nessa faixa etária, os alunos gostam muito, além de facilitar a oralidade. Ela expôs a dificuldade de se trabalhar com esses alunos:

**P5:** *Eu tô com dificuldade em trabalhar com criança. A gente se depara com algumas coisas, só com algumas coisas mais triviais que é higiene. Você não entra em outras questões da ciência porque a gente acha que ele não alcança, ou nós estamos despreparados pra isso.*

Essa dificuldade pode ser em decorrência de sua formação inicial. Segundo estudo realizado por DELIZOICOV *et alii* (2005), os temas mais citados por professores de Séries Iniciais presentes em sua formação inicial foram “corpo humano - ligado aos mais variados aspectos relacionados a ele; meio ambiente; plantas e animais; água e solo; saúde e higiene.” Como os conteúdos mais predominantes são esses, logo posteriormente, em sala de aula os professores também abordarão os mesmos. Após relatar sua dificuldade em ensinar a seus

alunos, ela contou como seria a metodologia usada (fez um cartaz exemplificando sua estratégia de ensino- apêndice J):

**P5:** *Eu iria orientá-los na montagem na parte do corpo humano. Daí eu daria para eles a revista e eu não queria que eles fizessem a cabecinha, mas que eles pegassem partes mesmo assim que eles vissem a cabeça, os braços as pernas e o tronco e montassem cada um. Montasse livremente como eles veem o corpo humano, quais seriam as partes e depois eu ia levá-los a estar questionando para ver se eles alcançaram o objetivo proposto.*

Para ela, a montagem realizada pelos alunos demonstrando a divisão anatômica do corpo humano é um modelo. A docente apresenta uma concepção inadequada do conceito de modelo. O modelo é para ela algo que se “monta” já está pronto na natureza, ela apenas faz uma reprodução da realidade. Essa relação do modelo concreto como uma “reprodução” de algo foi encontrada também por Justi e Gilbert (2001) ao analisar concepções de docentes sobre modelo. Considera também que o modelo construído pelos alunos é um modelo concreto do corpo humano. A fala a seguir traz essa concepção:

**P5:** *Porque, primeiro, a gente falando que a gente vai explorar o tema com criança através dos conhecimentos prévios deles ver essa parte concreta que eu considero como uma parte concreta eu poderia muito falar oh! Gente o corpo humano sei o que é... É isso aqui pronto. Mas desde o momento que eu deixo minha criança trabalhar livremente e que eu gosto muito de trabalhar com as crianças livremente, eu gosto que eles criem mesmo que sai errado do jeito que for. Então quando ele começa criar isso aqui eles vão, na minha concepção, eles vão entender melhor o que estou tentando passar pra eles que é o que estou tentando falar pra eles as pernas a parte inferior do corpo, o pescoço eu acredito que é isso aqui.*

A professora considera que o modelo ajuda na compreensão do tema. No entanto, ela aborda o conteúdo referente ao modelo, mas não traz a natureza dele. O que é trazido por Van Driel e Verloop<sup>14</sup>, segundo os autores “o foco no ensino de modelos está usualmente no conteúdo dos modelos que estão sendo ensinados e aprendidos, enquanto a natureza dos modelos não é explicitada ou discutida.” Isso ocorre pelo desconhecimento dos professores em relação à natureza dos modelos, aspecto não discutido em sala da aula. Na experiência da professora citada, discutir

<sup>14</sup> VAN DRIEL, J.H; VERLOOP, N. Teachers' knowledge of model and modeling in science. International Journal of Science Education, v. 21, p. 1141-1154, 1999. *Apud* Ferreira e Justi (2005).

modelos com uma criança de seis anos, talvez, não esteja no alcance cognitivo dela, mas nas séries posteriores é possível a discussão em sala de aula da natureza dos modelos. Nota-se que a professora não está interessada em julgar os modelos criados pelos alunos, mas no conhecimento trazido por eles sobre o tema abordado. Ela demonstra também uma preocupação em avaliar os modelos e se o aluno alcançou o objetivo da atividade. A professora, ao levantar os conhecimentos prévios dos alunos, permite que eles construam seus modelos de acordo com o conhecimento deles. Comentou também como usou a atividade com os alunos e qual a adaptação que ela fez ao conversar com professor **P2**. Inicialmente, ela fazia a atividade da seguinte forma:

**P5:** *Eu fiz, mas com papel laminado. Tanto que eu tava conversando com o P2 ele disse que trabalha com o corpo humano como eu tô trabalhando com papel laminado com minhas crianças. Eu trabalho com eles um modelo para eles fazerem a cabecinha cortar, entendeu?*

Questionada se levava um molde para que os alunos pudessem cortar, ela respondeu:

**P5:** *Não. Conversei com eles e falei né, da musiquinha da cabeça, que eles iriam recortar a cabeça, recortar os braços.*

**PQ:** *Então eles fizeram o próprio molde?*

**P5:** *Sim. Tanto que uns saíram com cabeção grande outros com cabecinha, outros fizeram bem feitinho.*

Assim, a professora prefere que os alunos construam seu modelo com papel laminado sem preocupação se será perfeito ou não, mas que tragam o que sabem sobre o tema abordado em aula.

A terceira professora a apresentar seu relato de experiência da primeira atividade foi a **P9**. Ela trouxe o tema “alimentos” para abordar sua concepção de modelo. E mostrou como seria a modelagem com esse tema.

**P9:** *la trabalhar o que é alimentação, alimentação saudável com os alunos. Eles iam alimentar da própria verdura que eles plantaram, então, por isso que eu coloquei “Modelando com os alimentos”. Pega a verdura depois modela, ou seja, salada, sopa da forma que o aluno vê que seria saudável pra ele. Claro que lá na escola não teria como ver todos os tipos de alimentos, ia fazer só com salada porque era mais fácil, mais rápido para eles se alimentarem.*

Para ela ao “dar forma ao alimento”, um modelo seria criado. A modelagem inicia-se a partir do alimento na horta da escola,

**P9:** *acho que ele criou. O modelo de ver, da expectativa de ver o alimento crescer ele vai ver a modelagem, ele vai ter aquela expectativa semana a semana, ele vai lá olhar a horta semana em semana, ele vai ter um modelo.*

O desenvolvimento da planta que o aluno visualiza a cada semana permite-lhe desenvolver o seu modelo. A concepção dela se aproxima da definição de modelo como sendo a representação de um processo. Durante a atividade II, ela trouxe modelo como algo a ser construído, ao analisar a fotografia:

**P9:** *Não. Porque a fotografia já sai pronta quando é revelada.*

A fotografia não é um modelo, pois não é construída, **P9** considera o modelo resultado de uma construção. Concepção divergente essa professora apresenta ao participar do fórum de discussão:

**P9:** *Para Mafalda, o Globo terrestre é um modelo do nosso mundo. Para mim, modelo é o que montamos para trabalhar em sala de aula.*

O modelo, assim, seria resultado de uma montagem. Para ela, nós “montamos” os modelos, como se fosse algo pronto que só necessita de organização. Visão associada a uma definição de modelo no cotidiano, como reprodução. O conceito que ela possui é inadequado, pois o modelo é resultado de uma produção.

As outras concepções de modelo, levantadas com as atividades, foram da professora **P4** e **P7**. Aqui analisaremos somente a atividade II, pois foi a única de que as professoras participaram. A professora **P4**, trouxe modelo como sendo algo que já está pronto, não é construído. As falas, a seguir, demonstram esse pensamento para cada sistema:

*“Não. Para mim tudo que existe não é modelo tirado e real e existente.” (Mapa- Múndi)*

*“Não. São propriedades existentes, não é uma coisa feita já existe na natureza”. (fórmula estrutural do CO<sub>2</sub>)*

*“Não. Existente da criação”. (ciclo d’água)*

*“Não. Também da natureza ninguém consegue fazer o que está pronto”. (simulação dos estados físicos da água)*

*“Sim. Modelo tirado de outro em proporção menor”. (carrinho de brinquedo)*

O modelo, para **P4**, não representa parcialmente a realidade, mas é a realidade em sua totalidade, há uma correspondência entre o modelo e realidade. Uma percepção apresentada por professores e estudantes - o modelo como cópia da realidade. Quando analisa o carrinho de brinquedo, a concepção de modelo dela condiz com a visão que temos na literatura, como sendo uma miniatura, possuindo uma correspondência com o carrinho de tamanho real. Segundo FERREIRA; JUSTI (2005), os estudantes, geralmente, concebem modelos como “cópias da realidade ou simplesmente, miniaturas.” Entendimento apresentado também por professores, no nosso caso. A professora **P5** possui uma concepção de conhecimento científico como algo que não é produzido, mas já está pronto na natureza, não é uma construção humana. Essa inferência é feita por meio de sua fala sobre o CO<sub>2</sub>, “são propriedades existentes, não é uma coisa feita já existe na natureza”.

A professora **P7** participou, assim como **P4**, apenas da primeira atividade (apêndice B). Ao analisar os sistemas apresentados, ela identificou adequadamente a fotossíntese, o mapa-múndi, o ciclo d'água, a simulação dos estados físicos da água, a fórmula do CO<sub>2</sub> como modelos. No entanto, ela trouxe justificativas associadas ao conteúdo focado e não aspectos da natureza dos modelos. Como ilustramos a seguir:

*“Sim”. (fotossíntese)*

*“Sim. Por meio desse sistema fica fácil de localizar os lugares e pessoas por meio do satélite”. (Mapa- Múndi)*

*“Sim. Com o auxílio dessa fórmula muitas estruturas moleculares são formadas”. (fórmula estrutural do CO<sub>2</sub>).*

*“Sim. A simulação dos estados físicos traz a real função da água no sistema”. (Simulação dos estados físicos da água)*

*“Sim. O ciclo da água permite que as moléculas mantenham a vida, surgindo novos ciclos”. (Ciclo d'água)*

As concepções, em geral, apresentadas pelos professores são focadas no conteúdo dos modelos trabalhados em sala de aula. Mesmo que eles tenham ações em sala de aula semelhantes ao processo de construção de modelos na Ciência, isso ocorre de forma pontual e inconsciente, sem que essas sejam planejadas ou fundamentadas. Os professores só estarão aptos para construção de modelos em sala de aula no momento em que eles apresentarem uma compreensão adequada do uso dos modelos na Ciência (FIGUEIRÊDO, 2008). Assim, tornou-se ainda mais

relevante a realização de atividades, no nosso curso, que desenvolvessem esse discernimento nos professores, já que identificamos neles concepções inadequadas de modelos. Ressaltamos que os resultados do fórum de discussão foram apenas de dois professores, **P2** e **P9**. Eles demonstraram muita dificuldade em participar das atividades propostas na plataforma. Os motivos eram a falta de tempo devido ao trabalho semanal, não ter acesso à Internet em casa e dificuldades em manusear a ferramenta. Com relação à falta de tempo, essa foi apontada em decorrência dos projetos, segundo eles, “impostos” pelo Ministério da Educação ou pela própria escola. Isso exigia deles dedicação e, às vezes, interrupção de suas atividades em sala de aula para aplicação dos projetos.

A seguir, apresentaremos duas tabelas (1 e 2) para as atividades I e II. Nelas sintetizamos as concepções iniciais apresentadas pelos professores durante as atividades. Criamos categorias e subcategorias dentro do conceito de modelo. As categorias são: natureza, uso e conteúdo. A categoria **natureza** foi criada para evidenciar as principais concepções dos professores sobre o que são modelos e aspectos de sua natureza. O **uso** fornece informações sobre para que servem os modelos na Ciência e no ensino. E por fim, a categoria **conteúdo**, criada para mostrar o enfoque do modelo curricular em sala de aula nas características do conteúdo a ser apropriado pelos alunos.

Tabela 1- Registro das concepções dos docentes na Atividade I

Registro das concepções dos docentes na Atividade I				
Categorias e subcategorias	Docentes			Total
	P2	P5	P9	
<b>NATUREZA</b>		X	X	2
i) Reprodução da realidade	—	X	X	2
ii) Representação de algo	X	—	—	1
<b>USO</b>	X	—	—	1
i) Padrão a ser seguido.	X	—	—	1
<b>CONTEÚDO DOS MODELOS</b>	X	—	—	1

Com a tabela, observa-se que os docentes consideram modelos como algo que é reproduzido da realidade. Justi e Gilbert (2001) encontraram resultados parecidos em uma pesquisa com professores do Ensino Fundamental. Segundo os autores predominou entre os docentes desse nível de ensino modelo como “reprodução de

algo”. Assim os professores ainda possuem uma visão associada ao seu conceito de modelo cotidiano distante das características de um modelo científico.

A segunda atividade foi analisada também por meio da criação de categorias associadas à natureza, uso e conteúdo dos modelos.

Tabela 2- Registro das concepções dos docentes na Atividade II

Registro das concepções dos docentes na Atividade II					
Categorias e subcategorias	Docentes				Total
	P2	P4	P7	P9	
<b>NATUREZA</b>					
i) Representação de algo.	X	—	—	—	1
ii) Representação em proporção menor (escala).	—	—	—	X	1
iii) Cópia da realidade em proporção menor (escala).	—	X	—	—	1
iv) Cópia da realidade.	—	X	—	—	1
<b>USO</b>					
i) Facilitar a visualização	X	—	X	—	2
ii) Facilitar a visualização de entidades abstratas	X	—	—	—	1
iii) Padrão a ser seguido	X	—	—	—	1
<b>CONTEÚDO DOS MODELOS</b>	—	—	X	X	2

Sobre a natureza dos modelos nessa segunda atividade os docentes possuem concepções como as apresentadas na literatura, modelo como cópia da realidade. Ao mesmo tempo, dois citaram representação ao falar de modelo, mas não disseram se a representação é parcial ou não. Por isso, não podemos afirmar que eles compreendam o que é modelo. A professora **P9**, por exemplo, disse em representação, mas na primeira atividade considerou modelo como reprodução, assim mostra que não possuem uma compreensão clara do conceito de modelo. Eles tendem a estabelecer mais de um critério para avaliar como modelo ou não. Não possuem um padrão para classificar os sistemas como modelos. Por exemplo, **P2**, ao mesmo tempo em que cita modelo como representação, classifica fotografia e o carrinho como modelos. Interessante que dois professores disseram que os modelos servem para facilitar a visualização. O professor **P2** chegou a falar de visualização de entidades abstratas; um dos objetivos para criação de um modelo.

Em geral, os professores possuem ainda visões inadequadas sobre o conceito de modelo e tendem a focar, em sala de aula, mais no conteúdo dos modelos do que na sua natureza. Eles possuem uma visão de modelo voltada para concepção de modelo no cotidiano. Por exemplo, do total de quatro professores três consideraram o carrinho de brinquedo como modelo. A professora **P5** justificou dizendo que o carrinho era “um modelo tirado de outro em proporção menor” era uma cópia da realidade. A fotografia foi considerada por dois professores como modelo. Mendonça (2008) encontrou resultados parecidos em sua pesquisa com alunos do Ensino Médio; todos eles consideraram o carrinho de brinquedo como um modelo. Na sua justificativa disseram também que o objeto era uma miniatura.

Para finalizar nossa análise, faremos uma classificação dos professores nos níveis de compreensão sobre modelos propostos por Grosslight *et alii* (1991). Os autores propõem três níveis de compreensão. No nível 1 os modelos “são pensados como brinquedos ou cópias de simples da realidade. Modelos são pensados para ser útil, pois eles podem fornecer cópias de objetos reais ou ações”. (p.817). No nível 2, “o aluno agora percebe que há um propósito específico, que media a forma como o modelo é construído. Assim, as ideias do modelador começam a desempenhar um papel, e o aluno está ciente de que o modelador faz escolhas conscientes sobre como atingir o propósito.” (817). Os modelos não possuem correspondência exata do mundo real. Mas o foco ainda se concentra na realidade modelada e não nas ideias retratadas. No nível 3, o modelo é construído a serviço do desenvolvimento e teste de ideias e não servir como cópia da realidade. Há um papel ativo na construção do modelo, ele pode ser manipulado e submetido a testes (GROSSLIGHT *et alii*, 1991). Segundo esses níveis, os docentes **P4**, **P5** e **P9** estão no nível 1 de compreensão, pois consideram modelos como cópias ou reproduções da realidade. Já o professor **P2** aproxima-se mais do nível 2 de compreensão, pois considera o modelo como uma representação, mas o foco ainda está na realidade modelada e não nas ideias retratadas. Quanto à professora **P7** não a classificamos em nenhum dos níveis, pois não apresentou aspectos da natureza dos modelos.

Durante as atividades realizadas no segundo encontro, percebemos também que os professores já se sentiam à vontade para expor as suas dificuldades em relação ao ensino de Ciências, como na fala de **P5**:

**P5:** *Eu tenho dificuldade para trabalhar com ciências, tava falando aqui pra ela. Só com atividades em turma com seis*

*anos. Ciências, não sei, mas eu tenho dificuldade mesmo com o livro, assim pegando o livro tenho dificuldade como passar. Aí me chamou atenção quando a P7 falou “P5 você gosta tanto de ciências”.*

As duas professoras conversavam sobre como a participação no curso poderia ajudar a P5 a ensinar Ciências para alunos com seis anos. Para minimizar a sua dificuldade com alunos do primeiro ano, a professora recorria ao livro didático, material comumente usado pelos professores na tentativa de apoiar a preparação de suas aulas. O que é confirmado por Brandi e Gurgel (2002):

*Apesar de reconhecida importância, o ensino de Ciências não tem obtido o sucesso necessário nesse processo, pois, o professor das séries iniciais, no Brasil, apesar de uma formação polivalente, não apresenta capacitação adequada para introduzir o aluno neste ensino. Ao contrário, na maioria das vezes é através da exclusiva utilização do livro didático que ele o faz. (p. 114)*

Os professores recorrem ao livro didático para suprir as deficiências que possuem com os conteúdos de Ciências. E quando o livro didático não chega até os professores? É o que comenta o professor P2, em relação à dificuldade de acessibilidade às coleções de livros didáticos novos que chegavam à escola:

*P2: Fica relegado à secretaria, ele depois migra para o ‘depósito de livros’. Acho fantástico esse depósito, porque a estrutura burocrática para acessar esse espaço, você não pode mexer. Alguns livros que chegam são considerados muito valiosos, são mais valiosos pelo fato de ser mais novos. Aí, eles são mais bem guardados, aí ficam em locais pouco acessíveis, aí ficam lá justamente porque são novos são bonitinhos. Ou seja, se esse livro é bonitinho significa que ele não foi usado, não foi aberto para ser usado.*

Para preparação das aulas, os professores usam o livro didático, mas não têm acesso a todo material que chega à escola. O professor coloca a biblioteca como um “depósito de livros”, não como fonte de consulta e pesquisa. Considerado o livro “como um material de consulta e apoio pedagógico” (NETO e FRACALANZA, 2003) que, geralmente, é o principal material do professor e o mais próximo dele. Ter acesso a várias coleções de livros é um fator importante.

## 4.2. Os Primeiros Passos com a Modelagem: a “Caixa Fechada”

Para que os professores tivessem o primeiro contato com a modelagem usamos a atividade II “Caixa fechada” (apêndice C). Tivemos por objetivo a vivência de algumas etapas do Diagrama de Modelo de Modelagem: “ter experiência com o alvo”, “produção de um modelo mental”. Os professores participaram ativamente dessa atividade, usando todos os materiais disponíveis: o imã, a bacia com água. A atividade promoveu também a discussão de outras etapas do diagrama de Modelo de Modelagem, por exemplo, a expressão do modelo mental por meio do modo verbal e a condução de testes mentais; objetivos que não foram definidos inicialmente, no entanto, foi possível alcançá-los. Dividimos os professores em dois grupos menores. O primeiro grupo era composto por **P9**, **P5** e **P1**. O segundo grupo era composto por **P7** e **P2**. Apresentaremos os resultados do primeiro grupo e em seguida, do segundo grupo.

### GRUPO 1

A primeira caixa analisada pelo grupo foi a que havia em seu interior cliques. Eles usaram o imã e perceberam que havia “alguma coisa de ferro” no interior da caixa. A **P1** levantou a hipótese de que fosse lacre de refrigerante. Entretanto, surgiu a seguinte discussão:

**P5:** *Alumínio. Alumínio não prega no imã não. O imã não é só ferro? Alumínio não pega no imã, só metal, ferro essas coisas.*

**PQ:** *Alumínio não é metal?*

**P9:** *Alumínio é. Ele adere ao ferro sim.*

Como não houve um consenso entre o grupo, a professora **P5** decidiu buscar um lacre de refrigerante fora da sala em que estávamos para verificar se o modelo era válido.

**P5:** *Não é lacre. Porque eu fui atrás da prova. Foi no lixo que eu peguei.*

**P9:** *Pode ser parafuso. O percevejo gruda?*

Ao aproximar o lacre do imã, **P5** e o restante do seu grupo concluíram que não era lacre, mas parafusos no interior da caixa. Nas outras duas caixas, o grupo concluiu que havia uma biloca de vidro em uma e algodão na outra. Assim, os modelos foram expressos verbalmente pelos docentes e também testados.

Observamos que houve uma preocupação dos professores em não ficar somente na adivinhação, mas testar seu modelo para validar o mesmo e, quando eles viram que o modelo não era mais coerente, o mesmo foi rejeitado e substituído por outro. Essa rejeição do modelo, por parte dos professores, permitiu que o modelo voltasse novamente ao ciclo. Além disso, percebemos que eles pensaram em objetos conhecidos do seu cotidiano e recorreram a conhecimentos anteriores como atração do alumínio e do ferro pelo ímã. Resultado em um contexto parecido (a mesma atividade) foi obtido com alunos do Ensino Médio. Eles “partiram de um conhecimento anterior, como por exemplo, se alumínio, ferro e plástico eram ou não atraídos por um ímã e pensaram em objetos do cotidiano para propor o modelo”. (Mendonça, 2008, p. 60).

## GRUPO 2

Esse grupo era formado por dois professores, **P2** e **P7**. Eles não identificaram, inicialmente, o que havia no interior de uma das caixas. As outras duas decidiram que havia uma lata amassada e uma bola de borracha. Abaixo, apresentamos como eles chegaram a essas conclusões:

**P7:** *Primeiro deu entender que é um metal porque ele mesmo colou. Só que ele tá prendendo quando a gente movimenta a caixa, principalmente nas brechinhas aqui.*

**PQ:** *Vocês levantaram alguma hipótese do que seria isso daí?*

**P7:** *A gente colocou que, provavelmente, deve ser uma lata amassada.*

**PQ:** *Uma lata amassada? E uma lata amassada cabe dentro da caixinha?*

**P2:** *Cabe.*

**P5:** *Uma lata de refrigerante gruda? Mas o lacre não grudou? Ai, essas dúvidas me matam tenho certeza que não gruda.*

**P2:** *As de cerveja, não sei, porque são todas de alumínio. Toda lata de cerveja é de alumínio, exceto a kaiser. Todas elas são de alumínio. As de refrigerantes só as de Coca Cola que são de metal, aço. As outras são de alumínio.*

O grupo 2 trouxe um modelo que entrou em conflito com o modelo criado pelo o grupo 1. No entanto, o professor **P2**, para não mudar seu modelo, trouxe outra informação que sustentava seu modelo, algumas latinhas, segundo ele, são feitas de

aço. Talvez isso explicasse a atração com a latinha amassada no interior da caixa. Para segunda caixa eles obtiveram a seguinte conclusão:

**P2:** *Vamos a segunda. A gente concluiu que, assim né? Balançando a caixa é um objeto redondo ele não afunda, mas também não pega o imã, porém ele tem aquela suavidade de ser aquela coisa redonda, macia quando bate na caixa. A gente colocou né?, Que, provavelmente, deve ser uma bolinha de borracha. Através do tato é possível perceber que ele é esférico. Mas é pesado pra ser uma bolinha de plástico, mas deve ser uma bolinha completamente de borracha pelo fato de ser pesado.*

**PQ:** *Então, vocês conseguiram diferenciar o material então?*

**P2:** *Sim. Com certeza. Sim é uma esfera, mas não é uma bolinha dessas de plástico. De borracha por causa do peso da textura.*

Os professores desse grupo buscaram relacionar o objeto no interior da caixa com objetos conhecidos, como a bola de borracha. Eles se preocuparam também em buscar informações do material que constitui o objeto. O grupo 1 modificou seu modelo a partir da apresentação do grupo 2:

**P5:** *Mas acho que esse aqui não é uma esfera não (comparando a caixa com a biloca de vidro com a caixa do grupo 2 com a bola de borracha).*

**PQ:** *Vocês mudaram de ideia?*

**P5:** *Quando ela cai, ela cai como se tivesse lados.*

**P9:** *Então uma biloca ela tem os ladinhos.*

**P1:** *Ou então, pode ser aquele dado meio pesadinho que joga.*

**P5:** *Isso P1 to gostando de ver.*

**P1:** *Vamos mudar.*

**P9:** *Por quê?*

**P1:** *Teve a impressão de que houve um apoio, ela não rola, ela vai e para, ela não rola igual o de vocês.*

**PQ:** *O que é esférico rola? Se fosse um cubo seria diferente?*

**P5:** *O que é esfera rola.*

**P9:** *Vimos que houve um acordo.*

Durante a avaliação e socialização dos modelos, o primeiro grupo percebeu uma limitação em seu modelo, e decidiu mudá-lo de forma a torná-lo coerente com a nova informação obtida a partir da comparação com o modelo do grupo 2 que, segundo eles, havia uma bolinha de borracha em seu interior. Segundo Ferreira e

Justi (2005, p. 8), “esse processo de socialização em sala de aula é de fundamental importância para o estudante durante as atividades, integrando os conhecimentos de diversos alunos e, algumas vezes, também do professor.” Observamos que, durante essa atividade, houve essa integração de conhecimentos entre os grupos, o que possibilitou até mesmo a modificação do modelo proposto inicialmente.

Após socialização dos modelos entre os grupos, apresentamos aos professores o diagrama de Modelo de Modelagem. Gostaríamos que os professores observassem, naquele momento, que algumas das etapas do diagrama puderam ser vivenciadas durante a atividade e que ele não era para ser usado de forma rígida, mas como possível orientador das atividades de modelagem em sala de aula. Além disso, o texto (apêndice C) foi usado para que os docentes conhecessem o que são modelos e sua função na Ciência e no Ensino de Ciências. Uma citação de Einstein, trazida no texto, teve por objetivo ressaltar algumas características da construção de modelos na ciência, como observações indiretas das entidades modeladas. Trazemos a percepção do professor **P2** sobre o processo desenvolvido durante a atividade:

**P2:** *agora sim. Modelo e cópia pra mim era mesma coisa. Esses passos puderam ser observados aqui. Inferir necessita organizar isso aqui é experimentar, produzir um modelo mental, refutar ou não, mudar. É como a gente tava discutindo aqui quando a gente conclui, quando a gente sacode um negócio desse a gente vai ouvindo, sentindo, o tato e auscultando, então a gente, imediatamente, a gente conclui. Quando está fechando a gente ouve um barulho baseado nas nossas experiências anteriores. Dá para perceber que foi um carro que bateu, foi um tiro que foi dado, ou se alguém, alguma coisa que caiu de uma altura; se foi um vaso que o vento derrubou dá para gente inferir, baseado nas experiências anteriores, discernir mais ou menos o significado dos sons. Então, para a gente chegar a nossos objetivos a gente tem que fazer essas interpretações tanto com relação às experiências. A gente vai refutando e acumulando até chegar a uma hipótese provável.*

O professor **P2** observou, por meio da atividade, que os modelos são construídos a partir de nossas experiências e conhecimentos anteriores. E que em algum momento, pode ser necessário mudar esse modelo por causa de novas informações, chegando a refutá-lo. Nota-se também que ele trouxe a palavra “inferir” em sua fala e, através de observações indiretas, seu grupo conseguiu propor um

modelo e chegar a uma conclusão. Possibilitou a ele também modificar seu conceito de modelo como “cópia” comum aos professores, segundo Justi (2010).

### 4.3. Ensinamos Química nas Séries Iniciais?

Antes de iniciar as atividades fundamentadas na modelagem que envolvia conceitos químicos, levamos um artigo de Zanon e Palharini (1995) para que pudéssemos discutir a importância de ensinar Ciências - principalmente a Química - nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Essa discussão ocorreu no terceiro encontro do curso. Os professores fizeram a leitura do texto, individualmente, e depois iniciamos a discussão. De início, percebemos a surpresa de alguns professores com a possibilidade de ensinar Química nos primeiros anos do Ensino Fundamental. Como ilustrado na fala da professora:

**P4:** *Olha, pra você ver como o mundo é pequenininho em relação a isso. Eu pensava que a química a gente estudava só no 2º grau. Quando eu vi aqui, eu fui me espantando cada vez mais com a leitura aqui. Falei: mas gente usar a tabela periódica... a química não é só isso não. Mas a gente tem que adaptar os alunos, já falar pra eles que eles começam a estudar química a partir das Séries Iniciais pra quando ele tiver lá (no Ensino Médio) tiver mais facilidade.*

Para a professora, estudar Química é sinônimo de estudar somente a tabela periódica. Ela não percebia, até o momento, que existem vários fenômenos (fotossíntese, combustão, decomposição) com os quais convivemos no dia a dia que envolvem a Química, e que podemos ensiná-los desde os primeiros anos do Ensino Fundamental. Geralmente o conhecimento químico é associado ao nono ano do Ensino Fundamental ou ao próprio Ensino Médio. Segundo Curvelo e Mori (2010),

A maior parte dos estudos brasileiros sobre o ensino de Química no nível fundamental diz respeito à 8ª série (9º ano). Tradicionalmente, esta é a etapa eleita pelos professores para a introdução dos primeiros formalismos relacionados ao conhecimento físico e ao conhecimento químico. (p. 1)

Desvinculamos a Química das Ciências Naturais, como se essa Ciência fosse uma disciplina separada, estudada somente no Ensino Médio. O professor **P2** manifesta essa concepção:

**P2:** *Você é professor de ciências e você é professor de química. Dificilmente as pessoas dizem assim, por exemplo.*

*Agora, depois de ler o texto, eu tive essa noção prática de que nós dávamos aula de química na primeira série. Por exemplo, quando nós fazemos a diferenciação: uma coisa que é sólida uma coisa que é flexível. Porque você já tem esse conhecimento também e deixa isso bem claro que é nossa função é sistematizar isso que eles já têm registrado no senso comum e fazer uma negociação entre as ideias do senso comum e as ideias da ciência na tentativa de explicação, estando atento ao nosso papel de mediador do professor. Agora, quando tem essa ideia de desvinculação, a gente acha que, quando tá dando aula de ciências, não tem nada ver com química. Eu não sou professor de química, na verdade o que a gente tá fazendo é um princípio de inserção. Quem tem esse preparo técnico acha que não.*

Após a leitura do texto, os professores perceberam que podemos sim, ensinar Química nas séries iniciais e que ela é importante para compreensão da estrutura dos materiais que usamos, por exemplo, o plástico. Eles até relataram experiências de sala de aula em que alguns conceitos químicos foram trabalhados. A fala da professora **P7** ilustra esse relato:

***P7:** Uma coisa interessante é essa questão de substância né? Teve uma matéria do conteúdo de quarto ano que é alimentação. Então, você tem que trabalhar alimentação né? Aí, a proposta que eu tinha feito é não só que, mas fazer que a alimentação também faça parte da vida deles. Aí, pega o cardápio da escola vê a quantidade de calorias de cada alimento. Aí, por exemplo, arroz e feijão, somar as calorias pra ver quantas calorias eles consomem durante o dia né? Então, foi tendo uma outra visão diante da alimentação. Foi alimentação saudável a alimentação deles, começaram a mudar. Eles começaram a trazer maçã, banana que eles comeriam. Eles tinham maior prazer de comer aquilo. Então mudou, se não 100% mas de alguns alunos já começaram a ser importante a maçã, a banana. Então, essa questão de ver no rótulo do alimento as calorias, os salgadinhos que eles gostam muito. Aí, eles foram vendo assim atrás, quantas calorias têm, quantas substâncias têm quanto colesterol, sal..., eles mesmos foram vendo isso. Aí, entra essa questão da substância porque tem também todos os elementos do rótulo.*

Percebemos que a professora **P7** trouxe a “substância”, o “sal”, o “colesterol”, as “calorias” como alguns conceitos químicos que ela trabalhou com os alunos na leitura dos rótulos dos alimentos. Não podemos afirmar que os conceitos foram discutidos em sala de aula fundamentados na ciência química, mas estavam presentes dentro da temática alimentação. O conceito, por exemplo, de “caloria” embora tão importante, é pouco discutido em sala de aula. Chassot *et alii* (2005) traz

em um artigo como o conceito de caloria é apresentado nos rótulos dos alimentos. Segundo os autores, há equívocos no uso do termo que são desconhecidos pelo consumidor. A discussão do conceito, em sala de aula, pode formar alunos mais críticos que conseguiram interpretar e questionar as informações. Percebemos também que a professora **P7** abordou os conceitos não de forma isolada, mas contextualizados<sup>15</sup>, provocando mudanças atitudinais nos alunos ao consumirem os alimentos. Segundo Wartha e Faljoni-Alário (2005),

A abordagem temática, no ensino de Química, tem sido recomendada com o objetivo de formar o cidadão. Todavia, nesta perspectiva, a sua finalidade não é apenas motivar o aluno ou ilustrar aplicações do conhecimento químico, mas desenvolver atitudes e valores que propiciem a discussão das questões ambientais, econômicas, éticas e sociais. (p.43)

Não podemos afirmar que a professora **P7** desenvolveu todos os propósitos explicitados pelos autores, mas, indiretamente, ela formou atitudes e valores nos alunos em relação a uma alimentação mais saudável, propósitos não só do conhecimento químico, mas do ensino de Ciências de forma geral. Promover um ensino em que o aluno apresente uma postura reflexiva e crítica, usando o conhecimento científico como seu aliado, é um dos objetivos do ensino de Ciências. Outra professora, a **P9**, trouxe também um relato de experiência de conceitos químicos que ela trabalha em sala de aula,

**P9:** *A mistura da substância do óleo na água que não se misturam trabalha a química. Muitas vezes, trabalhar sobre o açúcar, água a dissolução, o sal, muitas vezes pegam outro ingrediente para ver se mistura como o pó de café. Isso é a química, posso trabalhar a mistura, mas muitas vezes o aluno não tem a noção que aquilo é a química. É saber se algo se mistura ou não com a água. Muitas vezes, ensinamos não com embasamento na química, mas estamos falando para nossos alunos.*

Ela evidenciou outros conceitos químicos, como de “mistura”, “dissolução”. O conceito de “mistura”, apresentado por ela, é o que comumente encontramos nos livros didáticos; mistura homogênea e heterogênea.

<sup>15</sup> Segundo Wartha e Faljoni-Alário (2005), “contextualizar é uma postura frente ao ensino o tempo todo, não é exemplificar. É assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Contextualizar é construir significados e significados não são neutros, incorporam valores porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo da descoberta.” (p. 43-44)

Atualmente, já usamos o conceito de material homogêneo e/ou heterogêneo, apresentados por alguns livros do Ensino Médio como o de Santos e Mól (2005). Além disso, óleo para professora **P9**, constitui uma “substância” e não um “material”. Assim, vimos que os professores possuem conceitos básicos da Química equivocados. Um conceito é usado como o outro e vice versa. Essas concepções equivocadas são apresentadas também em pesquisas com professores do Ensino Médio. Segundo estudo realizado por Silva e Amaral (2010), não só os alunos, mas professores desse nível de ensino possuem uma heterogeneidade de conceitos de substância, o que pode acarretar um uso inadequado desse conceito em sala de aula. Percebe-se que o uso desse conceito, de forma inadequada, não se restringe a professores do Nível Fundamental.–Igualmente, é importante que o mesmo seja discutido em sala de aula, pois por meio dele outros conceitos são construídos como o de transformação química (SILVEIRA, 2003).

Outras questões discutidas, durante o terceiro encontro, foi o papel atribuído ao ensino de ciências nas Séries Iniciais. Geralmente, é dada grande relevância à alfabetização e matemática em detrimento ao ensino de Ciências, o que é confirmado pela literatura (DELIZOCOIV; ANGOTTI<sup>16</sup>). Como ilustrado pela fala de **P7**:

**P7:** *Hoje em dia, não se têm muitos laboratórios pra ensinar realmente a ciência concreta, os conceitos e acaba a gente tendo formação de alfabetização, de letramento, de matemática desses conhecimentos que são realmente a base, mas acaba sendo uma falha nessa área de ciências né, eu acho. Eu vi alguém que assistiu uma reportagem que no Brasil hoje a grande dificuldade, no Brasil, hoje, é formar cientistas. Por que a dificuldade de formar cientistas? Porque a gente visa muito esse conhecimento literário, esse conhecimento matemático e essa questão da ciência em si, a pesquisa, a formação, por exemplo, eu sinto falta de projetos na escola de ciência. Como é que eu posso montar um projeto de ciências se eu não conheço a ciência, entendeu? Se eu não conheço nem um básico da ciência, mas que o básico eu até conheço o que é a física. Não existe, não tem como eu ensinar e não tem como eles pesquisarem uma coisa que eu não tenho conhecimento, entendeu? Porque eu sou reflexo para meu aluno. Se eu não conheço, ele nunca vai ter esse reflexo.*

<sup>16</sup> DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2000. Apud Delizoicov *et alii* (2005).

A professora expõe sua preocupação em como ensinar Ciências. Se ela não possui conhecimento, conseqüentemente não haverá, por parte do aluno, uma aprendizagem satisfatória, como ela pretende. Segundo Rosa e Terrazan (2001), o fato de o professor das Séries Iniciais do Ensino Fundamental ser responsável por trabalhar em diversas áreas do saber (Ciências, Português, Matemática, entre outras) traz problemas no que se refere ao domínio dos conteúdos conceituais básicos de cada uma das áreas curriculares. Ela expressa também a necessidade de cursos de formação continuada que visem ao ensino das Ciências, um desejo fomentado não só por ela, mas por todos os professores participantes do curso. Eles disseram que há a necessidade de oficinas de Ciências. Relataram também que todo conhecimento que eles têm e que os apoiam na preparação de suas aulas era devido à formação no curso de Magistério (Nível Médio). O curso de Pedagogia não oferecia um ensino voltado para prática docente, o que é confirmado pela literatura. Segundo Tavares (2009), no curso de Pedagogia “não há momentos em que se discuta como deve ser o preparo das aulas ou como vincular essa aulas a realidade dos alunos” (p. 29). Outras dificuldades apontadas pelos docentes para ensinar Ciências, são:

- O currículo da Secretaria Municipal de Educação apresenta conteúdos que não estão nos livros didáticos dos alunos. Uma professora disse que, enquanto ela ensinava “alimentação”, o livro do quarto ano trazia “animais” e “plantas”;
- Os livros didáticos são insuficientes para os alunos. Isso ocorre pelo senso escolar que é feito com base no número de alunos do ano anterior ao corrente;
- Os livros didáticos não trazem experimentos. Os professores tentam superar esse problema recorrendo à Internet. No entanto, eles, geralmente, não sabem como buscar as informações na rede, desconhecem *sites* com informações confiáveis.

Percebemos que os professores já se sentiam à vontade para expor suas dificuldades, o que nos deixou contentes, pois esperávamos, desde o início, que os encontros trouxessem para discussão temas que os professores vivenciam em seus contextos de ensino e que suas expectativas, dificuldades, experiências como docentes fossem colocadas e compartilhadas conosco ao longo do curso. Permitir, como coloca Tardif (2012, p. 239), que os professores sejam sujeitos do conhecimento, levando “em consideração seus interesses, seus pontos de vista, suas necessidades e suas linguagens, e assumir isso através de discursos e práticas acessíveis, úteis e significativas para os práticos”. Ouvi-los foi uma forma de

entender sua realidade e assim poder intervir nela juntamente com eles. O professor **P2**, por exemplo, compartilhou conosco uma barreira que ele tinha com a ciência Química:

**P2:** *Meu oitavo ano eu terminei sem aprender a escrever a palavra química. O medo que nós tínhamos de compreender química significava dominar as equações, decorar a tabela periódica. Você precisava compreender o conceito, mas dominar o cálculo. Então, gerou uma expectativa muito negativa. A pessoa que leciona química é uma pessoa extremamente competente porque ele domina um conteúdo inalcançável muito mais inalcançável do que matemática. Então, esse medo é incutido desde cedo não tem acesso à química agora somente no nono ano.*

Ele expôs que a sua dificuldade com a Química estava associada a como o professor ensinava essa Ciência. O ensino que ele recebeu como aluno, visava à memorização de conceitos e fórmulas que gerou nele um desgosto e uma aversão pela Química. A tabela periódica tinha que ser “decorada” e não consultada, a Química para ele, não tinha nenhum significado. Nosso propósito, também, com o curso não era somente trazer uma estratégia de ensino, mas que, aliados a ela, estivessem os conceitos químicos. E como poderíamos aproximar, ou até mesmo inserir a Química que causava receio aos professores, em suas aulas de Ciências? Aos poucos, trouxemos a discussão de conceitos básicos da Química por meio da modelagem. Ao mesmo tempo, juntos, percebemos que o curso já originava seus frutos, na reflexão da prática docente. Como se pode perceber na fala do professor **P2**, ao final do encontro:

**P2:** *As ideias do encontro passado me auxiliaram tanto de me sentir mais motivado para o que eu já faço quanto para experiência enriquecedora. Às vezes, você sabe quando você dá uma instrução para uma pessoa, mas ela prefere pagar a consulta. Então o texto é bom por isso, a gente já tem essa instrução, mas é necessário ouvir de alguém competente para ter noção do que a gente faz, né? A gente dá aula sim, a gente ter noção que a gente pode tornar ela mais diversificada.*

Ele sentiu que a melhoria do processo ensino-aprendizagem dependia dele; era possível tornar sua aula melhor, mas precisava que isso fosse confirmado. Outra professora disse que ela incluiria a Química, agora, em suas aulas, pois ela não sabia que havia conteúdos nas Séries Iniciais que envolviam conceitos químicos,

**P4:** *A gente pode incluir, nas aulas de ciências, que o que a gente usa nas nossas aulas não é ciência normalmente é química. Para tirar, um certo medinho que determinadas pessoas têm do segundo grau.*

No entanto, nota-se na fala da professora, a desvinculação da Química como uma Ciência; as Ciências Naturais ainda permanecem associadas aos conceitos biológicos. Percebemos, ao longo do curso, essa dificuldade dos professores em inserir a Química como integrante da disciplina Ciências Naturais. Observamos que um dos pontos positivos do processo formativo, baseado na colaboração, já apresentava os problemas que ocorriam nas escolas com os professores e já era exposto facilmente por eles, o que não ocorre no modo tradicional de formação (GIOVANI, 1998). Sempre que possível, atendíamos as suas necessidades. Por exemplo, eles pediram que déssemos sugestões de *sítes* que tivessem atividades e experimentos. Fizemos uma lista (apêndice L) de alguns *sítes* que atendessem a essa situação. Os *sítes* foram selecionados com o critério de possuir atividades, textos, experimentos voltados para o Ensino Fundamental. Também trocávamos materiais entre nós, como livros e revistas educativas e até mesmo artigos<sup>17</sup> que os professores encontravam sobre modelos eram compartilhados entre nós.

#### **4.4. Vivenciando uma Estratégia de Ensino Fundamentada em Modelagem: o Sistema Água e Óleo.**

Iniciamos as atividades do dia com cinco professores: **P1, P2, P4, P5 e P7**. Selecionamos alguns conceitos químicos para serem trabalhados os quais já eram discutidos em suas aulas, pois percebemos, no quarto encontro, que eles traziam alguns conceitos químicos “substância”, “mistura”, “óleo não se mistura com a água”. Por que não trazer esses conceitos e reformulá-los a partir de estratégias que envolvessem a modelagem? Reformular, pois observamos que alguns conceitos são usados de forma equivocada por eles. Para auxiliá-los na elaboração dos modelos, discutimos, primeiramente, os conceitos de substância, material, constituintes. Levamos um texto (apêndice D) que apresentava a definição dos conceitos e

<sup>17</sup> O professor **P2** postou na plataforma o artigo: MENDONÇA, C. O.; SANTOS, M. W. Modelos didáticos para o ensino de ciências e biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação. V Colóquio Internacional, 2011, São Cristovão.

exemplos dos mesmos. Em seguida, os professores reuniram-se em grupos para realização dos experimentos e elaboração dos modelos. Pedimos que fossem elaborados modelos no nível macroscópico e no nível microscópico. Consideramos esses dois níveis importantes, pois “o químico pensa a nível microscópico, conduz experimentos em nível macroscópico e representam as duas coisas através de símbolos.” (ATKINS; JONES 2006 p.28).

Inicialmente, os professores sentiram dificuldade em pensar o que acontecia microscopicamente. Antes de iniciar a atividade a professora **P5** já expôs a sua opinião sobre o que era pedido:

**P5:** *Pra mim, o mais difícil aqui é o microscópico. Pelo que entendi o macroscópico é a olho nu. Pra fazer o que tá acontecendo aqui agora, eu não vou conseguir fazer isso não “doutora” (referindo à pesquisadora).*

Além da dificuldade que ela tinha em pensar sobre o que ocorria no sistema água e óleo microscopicamente, ela associou esse nível à química:

**P5:** *Macroscopicamente e microscopicamente. Macroscopicamente é a olho nu e micro é a parte da química.*

Notada a dificuldade de os professores pensarem microscopicamente ao longo do desenvolvimento da atividade e, considerando a importância desse nível na construção de modelos, aos poucos eles perceberam que, na Química, lidamos com os dois níveis e um terceiro, o simbólico (que não foi usado nesse primeiro momento). Em uma pesquisa de Valanides<sup>18</sup> *Apud Samarsla et alii* (2007), com estudantes de cursos de formação de professores para escola primária, obteve resultados parecidos com a nossa pesquisa. Os docentes apresentaram nas entrevistas “dificuldades em interpretar as mudanças macroscópicas observáveis a partir de compreensões corpusculares, submicroscópicas”. (Valanides *Apud Samarsla et alii*, 2007 p. 40). Essa dificuldade apresentada por professores também reflete nos alunos. Geralmente estes tendem a buscar explicações associadas a sua percepção sensorial dos fenômenos, ficando no nível macroscópico. Nas Séries Iniciais, as pesquisas na área de modelagem tendem a focar a natureza descritiva dos fenômenos por causa da dificuldade dos alunos, nessa faixa etária, com as

---

<sup>18</sup> VALANIDES, N. Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v. 1, n. 2, p. 249-262, 2000. *Apud Samarsla* (2007).

entidades abstratas que usam o nível submicroscópico e simbólico. Segundo Acher (2007 p. 399), “poucos estudos têm sido feitos sobre modelagem nos primeiros anos de escolaridade, uma vez que estudantes desta idade geralmente são considerados incapazes de construir, ou abstrair entidades e processos de modelos científicos consensuais e, conseqüentemente, a ciência ensinada tende a ser descritiva”.

Pensamos em trabalhar com dois grupos durante a realização da atividade, no entanto, eles optaram por desenvolver o experimento em um único grupo. Durante a atividade optamos por não aprofundar na discussão do sistema água e óleo. Usamos a definição de material homogêneo e material heterogêneo, interações entre as moléculas de água. Mas, sem trazer para discussão conceitos como o de polarização das moléculas, forças intermoleculares, insolubilidade dos alcanos, que exigiriam um tempo maior e uma discussão mais detalhada. Sabíamos da importância de uma definição mais completa que envolvesse esses conceitos, pois trabalhamos com professores, mas não era nosso objetivo no momento. Ao mesmo tempo, os experimentos, apesar de sua simplicidade, possuem concepções alternativas trazidas em suas explicações. Como aponta Faria (2010), que menciona os equívocos apresentados pelos alunos no Nível Médio, sobre a imiscibilidade água e óleo. A maioria dos alunos associa esse fato à densidade e não à polaridade das moléculas. Segundo ele, essa concepção é reforçada pelos próprios educadores e materiais didáticos disponibilizados aos alunos.

Durante o processo, percebemos que os professores foram estabelecendo conceitos de material heterogêneo, identificando a presença de substâncias, ao se referirem ao sistema água e óleo e/ou parafina e tinta guache. E, ao final, já conseguiram pensar em um modelo para responder a pergunta inicial. Como pode ser constatado no trecho a seguir:

**PQ:** *De onde vem a parafina? Vou mudar de pergunta, de onde vem a gasolina?*

**P2:** *Ah tá. Entendi. Do petróleo.*

**PQ:** *Os derivados de petróleo. Qual outro derivado que poderia ser de petróleo que a gente tem?*

**P2:** *O plástico. O gás. Os solventes. As tintas.*

**P3:** *O álcool.*

**PQ:** *O álcool não.*

**P7:** *Derivado da cana de açúcar.*

**PQ:** *No caso, quando a gente fala da parafina, da gasolina. Vocês citaram o solvente. É tudo derivado do petróleo. A parafina é derivada do petróleo?*

**P3:** *Eu acho que sim.*

**PQ:** *Quando a gente fala dos derivados de petróleo será que eles têm alguma característica comum a eles? O que aconteceu com o local onde tinha a parafina?*

**P2:** *A tinta não ficou.*

**P7:** *Como se tivesse óleo.*

**P7:** *Por isso que tá falando aqui dos acidentes com o petróleo. O petróleo fica em cima, porque não consegue se misturar com a água.*

Ao buscar uma origem para o material, parafina, os professores perceberam que os derivados do petróleo não se “misturam com água”. E eles mesmos já perceberam que, talvez, o termo que usamos “mistura” não fosse o mais adequado para falar dos sistemas. Percebe-se o fato na fala seguinte:

**P4:** *Acho que não é uma mistura. Por mais que ele fez, ela não mistura.*

**P7:** *Na verdade são duas substâncias.*

**P1:** *Ali, no caso, são dois materiais com substâncias diferentes que não se misturam. A água com o óleo.*

**PQ:** *A água seria material, ou seria substância?*

**P2 e P7:** *Material.*

**P1:** *São dois materiais diferentes. Não. São dois materiais com substâncias diferentes que não se misturam.*

**P2:** *Pronto, fechou. Então, questão da ciência, do cotidiano as coisas que a gente faz são muito comuns. Quando a gente vai praticar ciência é que descobre que o senso comum, o macro fica muito aquém do que é de verdade da essência das coisas.*

**PQ:** *O macro é o mais visível quando a gente fala do micro. A nossa dificuldade é imaginar o micro.*

**P2:** *É verdade. Imaginar o que modelaria o micro.*

**P1:** *Mas podemos ter dois materiais diferentes com substâncias diferentes que podem se misturar? Nesse caso aqui não.*

**P7:** *A tinta e vela, nos espaços que tava o desenho, não se misturaram. Nesse caso, são substâncias diferentes e não se misturaram.*

**PQ:** *São substâncias ou materiais?*

**P7: Materiais. Porque a parafina e a tinta guache.**

A professora **P4** percebeu que não poderíamos denominar o sistema água e óleo de “mistura”, pois eles não se misturavam. Esse raciocínio dela deve ser devido ao que chamamos de mistura heterogênea ao denominarmos o sistema água e óleo. Ela começou a refletir sobre o conceito comumente usado em livros didáticos e por professores que talvez não fosse adequado diante do fenômeno. A discussão possibilitou aos professores, no final, identificar material e substância. Outra colocação importante, em relação à ciência, foi a do professor **P2**: “*Então, questão da ciência, do cotidiano as coisas que a gente faz são muito comuns. Quando a gente vai praticar ciência é que descobre que o senso comum, o macro fica muito aquém do que é de verdade da essência das coisas.*” Ele fez uma observação que o macroscópico não conseguia responder “à essência” das coisas. Reflexão semelhante é trazida por Echeverría (1993),

Na química, como na vida em geral, nem sempre os fenômenos mostram a essência. É possível se dizer que na maioria das vezes não mostram. E no cotidiano as pessoas lidam com as coisas num nível fenomenológico, até porque seria impossível viver adotando constantemente uma atitude questionadora e arguidora. (p.17)

Quando começamos a ter “uma atitude questionadora”, percebemos que o nível fenomenológico não responde a nossa interpretação. É necessário um pensamento teórico, “os modelos são, por sua natureza, uma forma de manifestação do pensamento teórico.” (ECHEVERRÍA, 1993 p. 24). Os modelos auxiliam, assim, nessa tentativa de mostrar as essências dos fenômenos. Formulamos explicações que vão além do que pode ser visto no nível fenomenológico.

Observando que o grupo já identificava o que eram os materiais. Aprofundamos mais nossa discussão, agora pedindo a eles que tentassem propor um modelo para o microscópico. Como ilustrado no trecho a seguir:

**PQ:** *Como vocês acham que tá o óleo e a água aí microscopicamente? Elaborem um modelo.*

**P7:** *As moléculas do óleo estão bem juntas, aí impede de a água penetrar.*

**P2:** *Essa é uma explicação possível. Prova disso que cria umas bolhas de oxigênio separando as duas. Como se fosse uma camada de oxigênio separando do óleo.*

**P7:** *As moléculas da água não conseguem penetrar nas moléculas do óleo.*

**PQ:** *O que tá interrompendo o contato com a outra?*

**P7 e P2:** O óleo.

**P2:** *Eu acho que óleo é mais leve e água mais densa. O fato de a água ser mais pesada ela desce. E o óleo menos denso sobe. O fato de ele ser mais leve faz com que ele flutue acima da água.*

**PQ:** *A P5 acha que as moléculas de óleo estão mais juntas. Mas ocorre ao contrário. (mostramos uma imagem com as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e explicamos sobre a intensidade dessas ligações e como elas influenciam na interação água e óleo)*

**P7:** *É como se fossem teias de aranha bem juntinhas, que impede de passar.*

**P4:** *Gente, essas aulas são muito interessantes, né?*

**P5:** *É por que você pensa que sabe das coisas, você não sabe de nada. Só sei que nada sei.*

**P4:** *A água não se separa de maneira alguma, o óleo cai e ela não se separa.*

**P2:** *E ela vai se espalhando.*

A professora **P7** usou uma analogia para referir às ligações de hidrogênio formadas pelas moléculas de água, à semelhança da imagem com “teias de aranha”. Outros professores ressaltaram a importância da discussão para reflexões. Ao final da atividade, gostaríamos que eles avaliassem e socializassem os modelos construídos, possibilitando, assim também, a discussão da limitação e abrangência de seus modelos. No entanto, como fizemos um único grupo, e as discussões se estabeleceram durante a realização da atividade não havia necessidade dessa etapa. Ao final, um modelo comum foi criado. Mas, percebemos a permanência de algumas concepções alternativas como a do professor **P2**, com a associação da imiscibilidade água e óleo com a densidade. Segundo Faria (2010), a densidade é um obstáculo para compreensão dos conceitos relativos às interações existentes no sistema água e óleo. Densidade não determinaria a imiscibilidade da substância. Não fizemos nenhuma atividade específica que promovesse a reflexão pelos professores dessa associação, chegando até o abandono dessa concepção. Faria (2010) traz uma atividade, em sua dissertação, que pode ajudar nessa reflexão (anexo A). Com a realização do experimento é possível comparar as densidades das substâncias, evidenciando que, se a premissa da densidade fosse verdadeira, a água deveria ser mais miscível em óleo de cozinha do que em álcool. Essa atividade

trazida pelo autor poderia, na nossa pesquisa, servir como teste (diagrama de Modelo de Modelagem) do modelo produzido pelos docentes.

Quando pedimos que eles formassem, após a discussão dos experimentos, os seus modelos, eles trouxeram modelos parecidos uns com os outros e tentaram, na medida do possível, explicar a interação água e óleo. Como é ilustrado nas falas a seguir (obtidas do registro das atividades escritas):

**P2:** *As moléculas de água são mais densas do que as do óleo; formando, assim uma 'rede' que impede a mistura das substâncias entre si. Por isso se observa que a água sustenta o óleo e este permanece em suspensão.*

**P5 e P7:** *Pode-se perceber que as moléculas de água estão bastante concentradas, impedindo a entrada do óleo nas suas moléculas. Assim, a água é como um muro revestido de ferro puro, onde nada pode entrar. E o óleo é aquele que bate, bate até tentar entrar, mas não consegue.*

**P4:** *No óleo com a água podemos observar que a água é bem mais concentrada e anula a entrada do óleo.*

**P1:** *A água contém moléculas concentradas que não permitem a penetração do óleo.*

Um termo recorrente nas falas dos professores foi a “concentração das moléculas”, essa concentração impediria a interação com o óleo de cozinha. As ligações de hidrogênio não foram citadas, por ser um conceito desconhecido pelos professores, que foi apresentado, talvez, pela primeira vez durante a atividade. Faz-se necessária uma discussão mais aprofundada sobre a interação das moléculas de água com o óleo de cozinha, em termos de polarização e forças intermoleculares. Essa visão dos professores de associação da densidade, na interpretação do sistema água e óleo, pode ser reforçada também pelos livros didáticos que não trazem uma discussão do fenômeno com base na interação das moléculas. Segundo estudo realizado por Faria (2010), todos os livros didáticos do Ensino Médio, pesquisados no ano de 2007 e aprovados pelo Programa Nacional do Livro didático de Química, sequer mencionavam o conceito de polaridade ao abordar misturas. Conceito fundamental para interpretação do sistema água e óleo. Em um estudo realizado também pelo autor, com alunos do Ensino Médio, os alunos apresentaram concepção semelhante ao do professor **P2** do nosso estudo. Considerando as “moléculas de água mais densas do que as do óleo”, sendo a densidade responsável pela imiscibilidade do sistema água e óleo.

Uma discussão com aprofundamento dos conceitos fundamentaria os modelos elaborados pelos professores, tornando-os mais próximos dos aceitos cientificamente. Mesmo assim, considerando o contexto, o professor **P2** falou de “rede”, possivelmente para referenciar as ligações de hidrogênio formadas pelas moléculas de água vistas na imagem que apresentamos a eles.

A atividade promoveu também a discussão de outras questões como a quantidade de oxigênio dissolvido na água, quando ocorre, onde ocorreu o vazamento de petróleo, as consequências desse acidente para os seres aquáticos que vivem no local. Após realização da atividade, percebemos que algumas das etapas do processo de modelagem não foram vivenciadas como, a discussão das limitações e abrangências dos modelos criados. Notamos, ao longo do processo, que eles sentiam mais à vontade e mais seguros dentro de um único grupo. O número pequeno de professores (cinco) influenciou também a organização dessa forma. Foi possível observar a interação e o interesse deles em fazer a atividade, buscando responder ao questionamento inicial e trazendo seus conhecimentos prévios.

#### **4.5. Vivenciando uma Estratégia de Ensino Fundamentada em Modelagem: Estados Físicos da Água**

Para que os professores vivenciassem as etapas do processo de modelagem propusemos uma atividade referente aos estados físicos da água. Por que selecionar esse conteúdo? Água é um tema presente no currículo da Secretaria Municipal de Educação, usado pelos professores como orientador para preparação de suas aulas e envolve conceitos e fenômenos que comumente lidamos no nosso dia a dia. Além disso, alguns professores participantes do curso que ministram aula para o quarto ano das Séries Iniciais relataram trabalhar com esse conteúdo. Durante a atividade pretendíamos que não só os estados físicos da água fossem abordados, mas a organização das moléculas de água nos três estados, pensando quimicamente em sua estrutura. Para auxiliar na elaboração dos modelos, fizemos um texto (apêndice F) com recortes de três livros (Ensino Médio, Ensino Superior e um voltado para o Magistério), apresentando a estrutura da molécula de água e a organização das moléculas nos três estados físicos. Fizemos essa atividade no sexto encontro que se estendeu até o sétimo encontro. Sugerimos essa segunda

atividade de construção de modelos, tendo em vista que algumas etapas do processo de modelagem não foram vivenciadas durante o quinto encontro. Concordamos com Ferreira e Justi (2005) que os professores só conduzirão as atividades de modelagem em sala de aula, satisfatoriamente, se eles compreenderem a função dos modelos na Ciência, sendo relevante encorajá-los a desenvolver o conhecimento sobre modelos e modelagem. Esse encorajamento acontece através da inserção dos professores em atividades que envolvam a construção de modelos.

Iniciamos as atividades com seis professores presentes. Para realização dos experimentos, os professores se dividiram em dois grupos. O primeiro grupo formado pelos professores **P1**, **P5** e **P7**. O segundo grupo formado pelos professores **P2**, **P4** e **P9**. Usamos um gravador em áudio para registros dos diálogos e registros escritos das atividades. Durante a realização das atividades, alguns diálogos não foram transcritos, pois tínhamos apenas um gravador no momento, e esse ficava em um ponto estratégico da sala de aula para gravar o áudio dos dois grupos ao mesmo tempo. Essa dinâmica de gravação interferiu na distinção das falas dos dois grupos. Por isso apresentaremos os resultados do sétimo encontro, quando fizemos a socialização dos modelos. Identificaremos, os grupos como 1 e 2. Quando os registros forem das atividades escritas usaremos o código **E**, para as gravações, em áudio o código **GA**, sempre entre parênteses.

No primeiro experimento, os dois grupos observaram satisfatoriamente o que aconteceu física e macroscopicamente. Os trechos seguintes apresentam as observações dos professores:

**Grupo 1 (E):** “*Formato igual; formato diferente*”.

**Grupo 1 (GA):** *A gente observou aqui em relação ao macro, na experiência, que o formato dos três objetos era diferente. Dos três copos, das três vasilhas eram diferentes. Então, a água tinha o mesmo volume só que ela modelou ao formato dos recipientes. Não interferiu em nada no volume.*

**Grupo 2 (E):** “*A quantidade de água é igual para os três recipientes, mas a forma de cada recipiente é diferente. O volume da água não se alterou*”.

**Grupo 2 (GA):** *A quantidade de água é igual nos três recipientes, mas a forma de cada um é diferente. Então, quando nós observarmos pensamos que um tem mais que o outro, mas se for medido lá no medidor o volume é o mesmo*

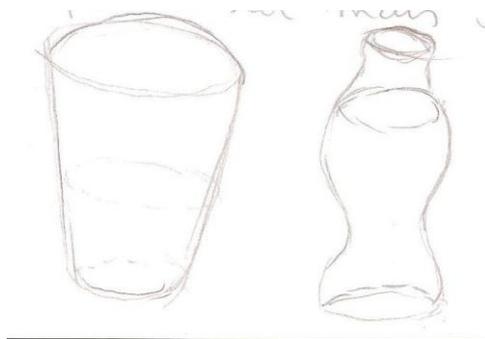
*não se altera, por isso é macroscopicamente. Então, ele não alterou, ficaram 25 ml.*

Os dois grupos chegaram à conclusão de que o volume não altera, mas a água no estado líquido toma a forma do recipiente que a contém. Macroscopicamente eles não tiveram dificuldade em pensar em um modelo. Ao pensar microscopicamente, os professores do **grupo 2**, tiveram dificuldades em propor um modelo. Como é observado a seguir:

**Grupo 2 (GA):** *Mas se eu for observar microscopicamente, olhando os detalhes eu vou ver que um copo tem mais que o outro igual o tequila parece ter mais água que o outro. Por quê? Devido à forma do copo, mas se eu for pegar o volume, for fazer a medição vai ter a mesma quantidade de água.*

**Grupo 2 (E):** *Se observamos microscopicamente, o copo de 'tequila' parece ter mais água devido à forma. No desenho abaixo, a garrafa parece ter mais água do que sua forma, sendo microscopicamente.*

Figura 3- desenho criado pelo grupo 2



Percebemos que eles continuaram observando no nível macroscópico. Mesmo no desenho, como o líquido toma a forma do recipiente, a observação deles que em um copo aparenta ter mais líquido, foi um modelo proposto para representação do microscópico, sem uma explicação para ocorrência desse fato. Mesmo durante a socialização dos modelos, ao questionarmos em relação à organização das moléculas de água no estado líquido, eles disseram que isso não interferia no que foi observado.

O **grupo 1**, diferentemente do segundo grupo, trouxe explicações sobre como estariam dispostas as moléculas no estado líquido. Os trechos abaixo trazem os modelos propostos pelos professores:

### **Grupo 1 (GA)**

**P9:** *A questão micro a gente viu que, mesmo nessa questão das vasilhas serem diferentes, dos recipientes serem diferentes, as moléculas da água modelavam, ficavam mais maleáveis diante do formato do recipiente, por exemplo, o copo tequila. Lógico que as moléculas não ficariam muito espalhadas no formato do copo de tequila se fosse vamos dizer, se fosse um recipiente mais fino. Ela ia ficar maleável ao recipiente. Mais solta. Então, quanto menor o recipiente mais as moléculas vão ficar juntas se o recipiente for mais, as moléculas vão ficar espalhadas. Então, as moléculas começam a ficar maleáveis diante dessa situação. Independente do volume né? Não independente do volume não com o volume igual, então é isso.*

**P1:** *As moléculas todas espalhadas.*

**P9:** *É. Quando a gente colocou a gente as colocou espalhadas aqui. A gente representou o recipiente; a vermelha é o hidrogênio e azul o oxigênio. A gente colocou as ligações só para representar.*

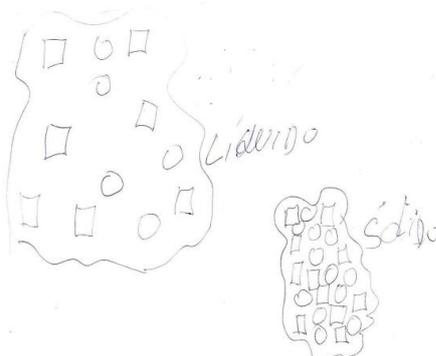
**PQ:** *Como seriam as ligações entre as moléculas?*

**P9:** *Isso.*

Para os professores, as moléculas estariam mais “maleáveis”, mais soltas. Eles apresentaram uma concepção que alunos do Ensino Fundamental também possuem o chamado atomismo substancialista. Segundo Mortimer (1995, p.24), ocorre “uma vez que propriedades macroscópicas das substâncias, como dilatar e mudar de estado, são atribuídas aos átomos e moléculas.” A professora P9 atribuiu uma característica da substância água, no estado líquido, aos seus constituintes; as moléculas.

O modelo deles aproximou-se do modelo científico que temos para a organização das moléculas no estado líquido, pois as partículas estão livres para se mover, nesse estado. Há uma desordem na movimentação das moléculas que não se movimentam em posições fixas, como no estado sólido. Durante a socialização dos modelos foi pedido aos grupos que fizessem um desenho para representação da organização das moléculas no estado líquido. A professora **P5** se prontificou a fazê-lo. Abaixo, o desenho que ela fez:

Figura 4- modelo criado pela professora P5



No estado líquido, a professora fez uma representação das moléculas mais dispersas, enquanto no estado sólido as moléculas estão mais próximas, porém sem posições fixas. Ela não percebeu que as moléculas deveriam ser representadas usando somente um símbolo, bolinhas ou quadradinhos, pois falamos de uma única molécula  $H_2O$ . Mesmo em situações simples que envolvem uma fórmula química conhecida, os professores possuem dificuldades em fazer articulações entre o nível microscópico e o nível simbólico. Essa dificuldade é apresentada pelos professores e, conseqüentemente, por alunos. Segundo Wharta e Rezende (2011),

Existe uma tendência dos alunos para explicarem os fenômenos químicos no plano macroscópico, pois dificilmente possuem competências ou de recursos simbólicos, no plano mental, para compreensão das transformações químicas no nível que requer uma maior capacidade de abstração como é o caso do nível submicroscópico. (p. 278)

Durante a socialização dos modelos, em que um grupo apresentou seu modelo para o outro, os professores perceberam também que podemos conviver com mais de um modelo para uma determinada situação, depende de nossos conhecimentos. As falas, abaixo, ilustram esse fato:

**PQ:** *Nós podemos ter mais de um modelo?*

**P7:** *Podemos.*

**P9:** *Vai de acordo com conhecimento, com o pensamento de quem ta fazendo.*

**P1:** *Daí surge aquela briga entre os cientistas, né? Que um diz que é de um jeito e outro é de outro.*

**PQ:** *Exatamente.*

Os professores apontaram as semelhanças das discussões que ocorreram durante o encontro com o que acontece durante a apresentação dos modelos à comunidade científica, as “brigas” que os cientistas têm para chegar a um modelo

consensual. Mendonça (2008) obteve um resultado parecido ao trabalhar a modelagem em sala de aula. Segundo a autora, os resultados parecem mostrar que os alunos compreenderam que as descobertas científicas são fruto de um processo de construção.

O segundo experimento foi sobre a água no estado sólido. Pretendíamos que os professores observassem as diferenças de organização das moléculas no estado líquido e no estado sólido. O **grupo 2** apresentou modelos no nível macroscópico e de natureza física. Como ilustrado a seguir:

**Grupo 2 (E):** “Observamos que o cubo sólido depende da forma do recipiente ele tem dificuldade de adentrar.” (item a)

“O gelo flutua, mas a sua maior parte fica submersa, é menos denso”. (item b)

Eles observaram, fisicamente, que a água não perde a sua forma e volume no estado sólido. E consideraram que o gelo é menos denso que a água líquida. No entanto, pelo desenho da figura 2 (p. 75) desta dissertação, elaborado pela professora **P5**, os docentes ainda possuem dificuldade em usar o modelo atomista, representando as moléculas de água no estado sólido, mais próximas que no estado líquido. Resultado parecido foi obtido por Mortimer (1995) com alunos do Ensino Médio. Segundo ele, a maioria dos alunos representou em um desenho as partículas no estado sólido, mais próximas que no estado líquido. No texto que foi entregue a eles, havia fragmentos que explicavam a nível microscópico como estão organizadas as moléculas no estado sólido, mas não foram usados durante a elaboração dos modelos. Talvez eles não o usassem também por causa da não compreensão dos conceitos trazidos nele.

O **grupo 1** trouxe um modelo que apresentava explicações, considerando a disposição das moléculas. Segundo esse grupo:

**Grupo 1 (E):** *O gelo não coube na xícara devido o volume ser condensado, porém no copo de bebida e copo descartável, o gelo entrou. O gelo também não se modelou ao recipiente devido às moléculas estarem compactadas. (item a)*

*As moléculas de água “reage” com mais pressão diante do gelo. Ocorrendo o aumento da água líquida. (item b)*

O grupo elaborou um modelo para o nível microscópico; para eles, no sólido, as “moléculas estão compactadas”. Se estivessem compactadas, o volume seria menor do cubo de gelo, conseqüentemente talvez ele afundasse. Mas, o que ocorre é ao contrário, devido às ligações de hidrogênio, as moléculas estão mais afastadas,

no entanto, permanecem ligadas umas as outras. Assim, o gelo ocupa um volume maior e é menos denso que a água líquida. Notamos a dificuldade que os professores possuem com conceitos químicos, o que os impede, também, de apresentar modelos mais próximos dos científicos. Com isso, durante a socialização dos modelos, discutimos essa atividade e os professores chegaram a um modelo mais próximo ao científico. Durante as atividades, tentamos não verbalizar os modelos como certos ou errados, mas que, através de questionamentos, os próprios professores percebessem as limitações dos seus modelos. O trecho da discussão é apresentado a seguir:

**PQ:** *Se a gente levar uma garrafa dentro da geladeira, se eu deixar ela lá três dias, o que acontece?*

**P9:** *Congela.*

**P7:** *Se for gelo estoura.*

**PQ:** *Será por que ela estoura?*

**P9:** *Por causa do volume. Será que o volume...*

**P5:** *Ela aumentou?*

**P9:** *Ela não aumentou, mas por causa da forma ele vai tipo. Quando vai congelando a molécula vai aumentando o espaço, o espaço da molécula, aí a garrafa não suporta e ela estoura.*

**PQ:** *Quando a gente fala do estado líquido e do estado sólido? Qual a diferença?*

**P5:** *Será aquela garrafa vai ficar o mesmo tanto de líquido?*

**PQ:** *Vai tomar o formato da água, a água líquida?*

**P9:** *Ela vai estourar.*

**PQ:** *O gelo toma a forma do recipiente da mesma forma que o líquido?*

**P9:** *Não. Porque se cria a mesma forma, ela não ia estourar. O volume vai aumentando, não vai criar.*

**P5:** *A gente tira pela latinha de cerveja. A gente vai lá e esquece ela por acaso, quando a gente vai lá a tampinha da latinha do refri, da cerveja, quando eu vejo a tampinha está estourando pra fora. Eu fiquei me perguntando isso bem antes de fazer este curso. Será por que isso aqui acontece? Mas até então, agora a gente falando, eu fui me lembrar disso. Aumentou o líquido?*

**P9:** *Não. O líquido não.*

**PQ:** *Como estariam as moléculas na água líquida e no estado sólido?*

**P5:** *No líquido ela estaria mais livre, mais maleável, mais solta.*

**P7:** *Não vai ter mais aquela maleabilidade quando ela tá solta. A molécula tá solta o volume permanece o mesmo, não vai interferir, mas quando a molécula tá junta é como se tivesse fazendo uma pressão das moléculas junto com o recipiente. Não tem como sair.*

Os professores não souberam dizer que as ligações de hidrogênio explicariam o motivo de o gelo não afundar. Com base na vivência que tivemos com eles é possível dizer que essa explicação também não poderia ocorrer devido ao conhecimento químico insuficiente e, até mesmo equivocado, em alguns momentos. Mas, ao mesmo tempo, eles pensaram como estariam as moléculas no estado sólido. A professora **P9** expôs que o afastamento das moléculas estouraria a garrafa de água no congelador. Um modelo próximo ao científico, pois as moléculas estão juntas por causa da ligação de hidrogênio e afastadas para formação de sua estrutura hexagonal no sólido, o que faz o gelo não tomar a forma do recipiente e flutuar em água líquida. Há um aumento do volume, do espaçamento entre as moléculas. Já a professora **P7** mostrou que as moléculas no estado líquido estão livres. Ela não disse, mas sabemos que as moléculas deslizam umas sobre as outras no estado líquido - conhecimento que a docente parecia não ter.

Os professores tentaram, na medida do possível, buscar explicações que usassem a ciência Química. No entanto, ainda permaneciam com concepções associadas ao macroscópico, ao falarem de “maleabilidade da molécula”. É necessário que, em cursos de formação continuada ofertados futuramente, esses modelos alternativos sejam discutidos para que modelos históricos mais sofisticados possam ser apropriados pelos professores. Com os resultados apresentados neste trabalho é possível que eles não tenham compreensão de que a matéria seja formada por espaços vazios. Em consequência disso, eles têm essa dificuldade evidente em pensar nas interações intermoleculares. A professora **P5** conseguiu aplicar o modelo que discutíamos a uma situação cotidiana que ela observava, mas não sabia como explicar. Percebemos como a modelagem favorece uma aprendizagem significativa dos conceitos e permite o “desenvolvimento de um conhecimento flexível e crítico que pode ser aplicado e

transferido para diferentes situações e problemas.” (CLEMENT, 2000<sup>19</sup>). Não podemos afirmar que isso ocorreu da forma plena com os docentes participantes da pesquisa, pois várias concepções alternativas e conhecimentos equivocados não foram discutidos e modificados ao longo das atividades propostas. Sugerimos, então, que os conhecimentos químicos não sejam discutidos somente em um curso pontual de formação continuada, mas que se dê mais atenção para formação inicial desses professores que ainda não possuem uma formação consistente no tocante à Química.

Antes de iniciar a discussão da terceira e quarta atividades, a professora **P5** relatou, no grupo, como as atividades práticas eram relevantes para despertar a curiosidade dos alunos. A fala, a seguir, apresenta seu pensamento:

**P5:** *Acho que a melhor forma é sempre o concreto, né? A gente tem que levar o educando a questionar e solucionar. Quando você trabalha com materiais concretos, você aguça a curiosidade do seu educando. Qualquer coisinha que você coloca na mesa eles ficam mexendo, olhando, manuseando. Só o fato de o aluno estar manuseando ele está ali pensando. Inclusive lá no DF (Distrito Federal) quando eu fui pra escola, lá eu comecei a observar, nossa! Eu achei aquilo um máximo. Porque o que ensinaram pra gente, o corpo humano, apenas tudo, aquela coisa mecânica, escrita no quadro. Os alunos (a professora se referiu a ela quando cursava o Magistério) fazendo cópia que até hoje os alunos fazendo cópia sentar e copiar matéria tal. Quando eu vi o tubo de ensaio, nossa meu Deus! Como mudou! No meu tempo não era assim.*

A professora traz a importância de aulas práticas que favorecem e estimulam a curiosidade da criança em uma determinada faixa etária, quando busca conhecer o mundo em sua volta. Ela expõe que sua formação foi baseada em um ensino com foco na reprodução e não na produção de conhecimentos pelos alunos. Esse ensino influencia na prática docente em sala de aula. Por que não aproveitar essa curiosidade dos alunos como um aliado à aprendizagem?

É o que aponta Lorezentti (2012):

De início, deve-se considerar que as crianças adoram aprender. Portanto, é vital que os professores levem em consideração que as crianças, mesmo antes de frequentarem a escola, manifestam um interesse muito grande pelas coisas da

<sup>19</sup> CLEMENT, J. Model based learning as a key research área for science education. Journal of Science Education, v. 22, p. 1041-1053, 2000. *Apud* Ferreira e Justi (2005).

natureza, apresentando curiosidades, demonstrando interesse para descobrir como as coisas funcionam e repetindo incansavelmente suas dúvidas e os porquês. A criança mostra curiosidade pelo ambiente em que vive. Assim, ao estudar o ambiente, ela estará se envolvendo em situações reais com as quais está familiarizada. Por outro lado, dependendo das suas vivências na escola, esta curiosidade da criança pode-se perder à medida que ela avança na escolaridade.

O ensino baseado na memorização coloca o aluno como reprodutor e não produtor de conhecimentos. É através da nossa curiosidade que buscamos respostas para explicar e interpretar os fenômenos da natureza e o ensino deve favorecer a investigação e levar o aluno a elaborar seus próprios conhecimentos. O aluno passa de agente passivo para agente ativo na sua aprendizagem. Esse também é um dos focos no ensino fundamentado na modelagem, o que pode ter favorecido a professora **P5** a se questionar sobre qual é o ensino que estamos promovendo em sala de aula nas Séries Iniciais e qual o ensino que deve ser desenvolvido. O professor tem papel importante em conduzir e mediar essa elaboração do conhecimento pelo aluno em sala de aula.

O terceiro experimento foi para água no estado gasoso, o vapor d'água. Os dois grupos (1 e 2) elaboraram modelos semelhantes para observação macroscópica. Segundo eles, "a água evapora de acordo com a temperatura". Sabemos que um dos fatores que influencia a mudança de estado físico é temperatura. Ao elaborarem os modelos, os grupos apresentaram também modelos divergentes um do outro que foram discutidos e reformulados durante a socialização. O trecho, abaixo, ilustra a discussão entre os grupos:

**P9:** *Porque a água evapora de acordo com a temperatura. Porque, quando tá chovendo, a temperatura tá menor, a roupa demora mais secar porque não evapora. A água se espalhou sobre o papel absorvente e microscopicamente como vocês fariam um modelo? Nós pegamos um desenho uma panela com água.*

**PQ:** *Esse estado que vocês representaram, no caso vai ser evaporação?*

**P5:** *Evaporação, não. Esquece como eu esqueci o copo de fazer café. Ele secou, ele evaporou, a panela queimou.*

**PQ:** *A temperatura ambiente e a temperatura que eu tô, lá na panela é a mesma?*

**P4:** *Não. É diferente.*

**P9:** *A da panela são 90 graus.*

**P7:** *100 graus Celsius.*

**PQ:** *Em nível do mar é 100° C. O fenômeno da roupa secando no varal é o mesmo fenômeno que ocorre na panela?*

**P3:** *Não. Porque por mais que nós olhamos a roupa no arame nós não conseguimos ver o vapor. E na panela a gente vê.*

**P5:** *A gente vê evaporando.*

**PQ:** *Quando a gente fala do modelo. Será que o modelo que eu tô falando, da panela, eu posso usar para explicar a roupa que tá secando no varal?*

**P9:** *Não.*

**P7:** *O meu pode, porque eu coloquei a panela com o sol. É. Porque é a temperatura ambiente que ele (professor P2) tá falando.*

**P9:** *É por que quando nós montamos esse daqui, da panela, nós não atentamos que não era a mesma questão lá de cima que era para usar o macro e o micro no mesmo modelo. Por isso que nos colocamos só a panela. Por quê? Claro que é diferente. Se formos explicar a roupa do varal é uma forma e a evaporação da panela é outra.*

**PQ:** *Vocês perceberam alguma limitação no modelo de vocês?*

**P9:** *Porque não é o mesmo, realmente.*

**P4:** *Poderia ter feito dois desenhos.*

**P7:** *É por que, na verdade, o que acontece, é por que ela tá falando em relação à roupa. Então, nesse caso aí, a temperatura não está a (100° C) então, tem que estar mudando o desenho. É isso que ela tá perguntando; se vocês não querem mudar o desenho.*

**P7:** *Então é só tirar a chama da panela.*

O grupo 2 percebeu, com a discussão, que o modelo deles não atingiu o objetivo de explicar o fenômeno da roupa secando no varal. Era necessário modificar o desenho usado para representação (modelo expresso). Os professores só observaram a inconsistência em seu modelo através da socialização com o outro grupo, pois, até esse momento, o modelo era consensual entre os membros do grupo. Ao socializarem seu modelo, eles perceberam que o modelo não atendia ao seu objetivo inicial, era necessário modificar o modelo e expressá-lo novamente. O modelo, assim, foi socializado e avaliado o que os levou a retornar a etapas anteriores ao ciclo da modelagem. Isso mostra que o diagrama é bem flexível sendo “uma sequência não necessariamente linear e tampouco unidirecional”

(Mendonça, 2011, p. 31). Evidencia-se também, na discussão, que **P9** não tem clara a distinção de evaporação e vaporização. Assim, os professores possuem dificuldades com conceitos físicos e químicos.

Para explicação, no nível microscópico, os dois grupos falaram de partículas, “as partículas no estado gasoso são mais separadas”. Mas, não disseram como era a organização das moléculas. Era importante, também, que o professor/pesquisador interferisse e conduzisse os docentes a pensarem em como estaria a organização das moléculas nos três estados físicos. Durante a discussão, uma professora fez uma associação do que estava acontecendo ali com que acontecia em uma comunidade científica. A seguir, a colocação da professora:

**P1:** *É aquilo que chama de quebra de paradigma né? As pessoas estavam tão acostumadas com aquele ali, aí, vem outro com outras teses, com outras coisas diferentes e quebra aquele paradigma e vira aquela confusão toda e fica até sem saber em que acreditar.*

**P5:** *E nesse mundo a gente não tem certeza de nada né? Só hipóteses.*

**P1:** *E também uma outra questão é que aquilo que eles descobrem hoje. A gente não pode ter aquilo ali como definitivo né? Porque igual a fórmula da água, essa é definitiva, mas algumas para explicar isso daí, uma vem de um jeito, de outro. O difícil é saber tanta coisa para falar para os meninos. A gente fala e amanhã, alguém vai lá e fala diferente. Se não for bem explicado a cabeça deles vira um parafuso. Então, na hora que for falar pra eles tem que ter muita certeza do que está falando porque ao invés de ajudar, complica mais a cabeça do aluno.*

**P5:** *É nosso objetivo que eles criem os modelos deles.*

A professora **P1** ressaltou que a nossa discussão era semelhante ao que acontecia, quando há uma quebra de paradigma na ciência; os modelos podem ser substituídos a partir de novas pesquisas, novos estudos. Que a ciência possui conhecimentos provisórios e não definitivos. Segundo Ferreira e Justi (2008), a vivência do processo de modelagem:

Permite ao aluno perceber a complexidade e as limitações envolvidas no desenvolvimento de construção do conhecimento, apresentando-o a uma realidade repleta de dúvidas e incertezas, muito diferente da exatidão com que o conhecimento escolar é frequentemente apresentado. (p. 33)

Os professores perceberam dúvidas e incertezas que não são mostradas no ensino baseado na memorização de conhecimentos, mas que fica evidente quando se trabalha com a modelagem em sala de aula. Ao mesmo tempo, a professora chamou a atenção para o cuidado de não deixar o aluno mais confuso. As discussões devem, também, favorecer a elaboração de modelos consensuais com a turma.

O experimento 4 teve por objetivo permitir que os professores testassem o seu modelo, elaborado para água no estado líquido, observando que é necessário, em algumas situações, modificar o modelo para atingir o propósito inicial. Inicialmente, o grupo 1 propôs uma explicação do senso comum para o sal dissolvido na água. O trecho a seguir ilustra a discussão:

**P5:** *Quando nós colocamos o sal ficou no fundo. Por quê? Porque o sal é mais pesado, as moléculas dele.*

**PQ:** *O que é densidade e o que é peso pra vocês?*

**P7:** *Peso é peso de força.*

**PQ:** *Peso é peso de força.*

**PQ:** *Se eu subir em cima de uma balança, o que eu tô fazendo? Na balança, eu tenho peso. O peso que eu falo é a massa vezes a gravidade. Eu consigo fico na superfície na Terra, é por que eu tenho a gravidade. O que a gravidade faz comigo?*

**P7:** *A gravidade puxa pra baixo.*

**PQ:** *Ela vai puxar lá pro centro da Terra. Quando eu solto esse lápis a Terra tá puxando ele pro seu interior. Isso é gravidade. Quando eu peso lá na balança é a massa vezes a gravidade. Quando eu falo de densidade é massa e volume. Então, quando vocês estão fazendo aí é massa e volume isso eu chamo de densidade. Densidade é uma coisa e peso é outra.*

**P7:** *Quando essa quantidade de água eu não consigo dissolver, ela fica saturada eu chamo isso de saturação.*

**PQ:** *O aumento da temperatura interfere na saturação?*

**P5:** *O estado vai facilitar na dissolução, não né?*

**PQ:** *Vamos pensar na água gelada e na água quente, qual que iria dissolver mais?*

**P5:** *A quente.*

**P1:** *Então a temperatura interfere na dissolução do líquido, do sal.*

As professoras disseram que o sal não dissolveu na água por causa da substância ser mais “pesada”, uma concepção do senso comum para o fenômeno. Houve, também, uma confusão entre os conceitos de “peso” e “densidade” o que foi esclarecido por mim durante a discussão. Já no final da discussão, a professora **P7** trouxe um conhecimento químico que ela possui; o sal se depositou no fundo por causa da saturação. Além disso, a influência da temperatura foi referenciada como uma interferência na saturação. No entanto, nenhum dos dois grupos pensou nas partículas constituintes da solução para explicar a dissolução do sal na água. Mesmo com um texto de apoio que trazia a interação entre as duas substâncias, os professores não o usaram para explicação do fenômeno. O grupo 2 disse “que aparentemente viraram uma coisa só”. O grupo explica o fenômeno com base no que é perceptível macroscopicamente. Mas, não souberam explicar como era interação entre o sal e água. Ambos os grupos não parecem compreender como é a interação entre as duas substâncias mesmo ao citarem “dissolução”. Resultado semelhante é encontrado entre alunos do Ensino Médio. Em entrevista com alunos do segundo ano, a pesquisadora evidencia que, mesmo ao dizerem que a dissolução tinha ocorrido quando o sal era colocado na água, eles não admitiam que o fenômeno ocorresse por causa da interação entre as duas substâncias. (ECHEVERRIA, 1996). Os professores também parecem não entender o conceito de espaços vazios da estrutura da matéria o que impede a elaboração de interpretações mais sofisticadas sobre os fenômenos.

#### **4.6. Avaliação do Processo de Modelagem Vivenciado no Curso pelo Grupo Colaborativo**

Por meio de um grupo focal, discutimos algumas questões, (apêndice G) com objetivo de conhecer o estudo desenvolvido pelos professores sobre modelos e modelagem após participação no curso. Havia três professores presentes, **P1**, **P2** e **P5**. O primeiro questionamento levantado foi “O que vocês entendem por modelo?”. A primeira professora a expor a sua opinião foi a **P5**:

**P5:** *Eu vejo o modelo, eu entendi assim, a partir do momento que a gente aplica o modelo, ele é como vou usar a palavra. Ele é um meio de atingir o seu objetivo porque antes de fazer esse curso se eu tivesse que dar uma aula dessa eu não pensaria no modelo assim. Eu não daria um modelo para fazer, talvez eu desse a matéria e assim eu traria o conceito*

*de tudo do que eu queria alcançar, mas eu não traria o modelo pra eles.*

A partir do curso, a professora percebeu que o modelo poderia ser usado em sua aula e que os modelos são construídos por meio de um propósito inicial, que ela conseguiu perceber com seu envolvimento durante as estratégias de modelagem. A professora **P1** evidenciou que o modelo permite a compreensão do conteúdo:

**P1:** *Seria o caso de usar algum artifício, de criar alguma coisa extra para eu entender aquilo que seria passado só oralmente. O modelo é aquilo que vou criar para explicar melhor aquele conteúdo que eu quero que ele entenda. Por exemplo, se eu quero explicar sobre a água, então eu vou usar uma coisa mais chamativa que visualize para que ela possa entender aquilo que eu tô colocando pra ele.*

Ao mesmo tempo, para **P2**, o modelo pode facilitar a visualização:

**P2:** *Certo. Assim a gente modifica a forma tradicional de dar aula né? Que é a simples memorização de conteúdos. Ao invés de simplesmente passar conteúdos para serem memorizados, conteúdos até mesmo inalcançáveis, porque uma coisa é eu falar das partes da planta, outra coisa é eu usar o modelo para referenciar algo que eu posso observar, visualizar. Então modelo seria justamente isso, a possibilidade de apresentar um auxiliar, digamos assim, pra reforçar o aprendizado.*

O professor **P2** ressaltou uma das contribuições do ensino fundamentado na modelagem o qual encontramos apoio na literatura. Segundo Clement<sup>20</sup>

O envolvimento dos alunos em atividades de construção e reformulação de modelos ajuda a promover um entendimento que vai além da memorização de fatos e informações e tende a favorecer o desenvolvimento de um conhecimento flexível e crítico que pode ser aplicado e transferido para diferentes situações e problemas. (p. 3)

A professora **P1** trouxe modelo como um processo:

**P1:** *Referenciar o mais concreto. Por exemplo, se eu apresentar assim, se eu falar assim, o animal morre e ele apodreceu. Simplesmente a criança vai entender que simplesmente apodreceu, mas eu posso criar um modelo para explicar para o aluno por que apodreceu; o processo da decomposição. Isso, pela sua pergunta ai é um modelo pra*

<sup>20</sup> CLEMENT, John. Model based learning as a key research area for science education. Journal of Science Education, v. 22, p. 1041- 1053, 2000. *Apud* Ferreira e Justi (2005).

*mim. É isso. Criar alguma coisa para explicar aquilo que não é tão fácil para criança entender.*

Ela ressaltou um dos elementos do modelo, a representação de um processo. No caso, citando o processo de decomposição como exemplo.

Os professores conseguiram também, após o curso, compreender que o modelo é uma representação e não uma cópia, como ilustrado no diálogo a seguir:

**P2:** *O conceito mudou. Mudou porque a gente agora é capaz de diferenciar cópia do que serve pra... Aliás, a gente tinha ideia de que cópia e modelo é a mesma coisa. Por exemplo, o carrinho aquele é clássico, o carrinho porque ele não é um modelo. Ele é um modelo proporcionalmente falando, mas ele é a cópia fiel e cópia fiel não é um modelo. Então, mudou o conceito.*

**P1:** *E você chega numa loja e você vai comprar coisas que são idênticas. Ai é comum as pessoas falarem: “esse daqui é o mesmo modelo que aquele dali”. Então esse daqui é a mesma cópia.*

**P2:** *Essa semelhança lá é diferente. Cópia é diferente do conceito de modelo. Então mudou, à medida que há mudança, há aprendizagem digamos assim.*

Eles compreenderam uma característica importante do modelo; seu caráter de representação e não de cópia de alguma coisa. Concepção que os professores de Ensino Fundamental possuem antes de entender a natureza do modelo, “modelo como reprodução de algo” (Justi e Gilbert, 2001). Durante nossa discussão, no grupo focal, vimos que os professores associavam o modelo ao concreto ou a algo visível. Então, perguntei a eles se os modelos eram somente para entidades visíveis, P3 disse:

**P2:** *Também com algo que não consiga ser visto porque por mais que você tente aproximar no modelo tem coisa que não vai ser alcançado, visível. Mas pelo menos a gente vai ter uma ideia de como.*

Foi possível evidenciar, na fala do professor, a compreensão do modelo também para representação de entidades não observáveis. Após discutir o conceito de modelo, questionei “Agora vocês conseguem pensar em alguns modelos que vocês usam quando vocês trabalham ciências?” A seguir, o trecho com a fala deles.

**P2:** *Sim. Na verdade já usava né? Porque nas salas de aula a gente costuma usar figura, né? Para representar.*

**P5:** *Imagens, né?*

**P2:** *As imagens, por exemplo, são modelos. Por exemplo, a figura do corpo humano, aquelas partes do tronco, da cabeça, os membros. A figura para representar o fenômeno da gravidade, o posicionamento dos objetos, assim, parte maior ou menor, dentro e fora disso também são modelos.*

Podemos observar que eles já conseguem identificar modelos usados nas aulas de ciências, como o corpo humano, levando em consideração que o modelo é uma representação. A questão seguinte foi “Como vocês acham que um cientista constrói um modelo?”. O trecho, abaixo, ilustra o diálogo com os professores:

**P2:** *Acho que ele constrói a partir da observação, ou da tentativa de representação.*

**P5:** *Da dúvida não é assim?*

**P2:** *Ela começou bem a partir da dúvida. Ele quer descobrir alguma coisa ele faz um modelo. Com o questionamento e com esse modelo que vai servir de referência para interpretação.*

**P1:** *E também a partir do momento que ele tem a necessidade, assim, de querer explicar muito e expressar muito aquilo, de comprovar aquilo que ele entendeu, de uma forma e ele não quer só para ele. Então, ele tem que criar um modelo porque as outras pessoas não vai ter o mesmo entendimento que ele. Então, na minha visão, ele cria isso aí para facilitar o entendimento das outras pessoas pra quem ele está querendo passar.*

**P2:** *Isso. À medida que determinado assunto ou conhecimento tem uma complexidade muito grande só eu domino. Então, é necessário criar um modelo, repetindo o que você já disse, ele tem que criar o modelo para que outros possam alcançá-lo é o que eu compreendi.*

**P5:** *Eu vejo assim; o objetivo do cientista também é que o trabalho dele, ele quer que o mundo conheça. Então, não é vantagem pra ele saber de uma coisa e ficar só pra ele. Então na medida em que ele cria ele pode ser...*

**P2:** *Socializado.*

O professor **P2** disse que uma das características dos modelos é ajudar na interpretação de um fenômeno. Para ele, a partir do questionamento, um modelo é proposto e esse baseará sua interpretação sobre o fenômeno. Foi possível perceber que os professores alcançaram um dos objetivos da construção de modelos no ensino de ciências; a compreensão da natureza deles. Perceberam também a importância dos modelos para comunicação do conhecimento científico, ressaltando uma das etapas da modelagem; a socialização dos modelos. Além

disso, apontaram que um modelo torna o conhecimento mais acessível. Segundo Justi (2010), um dos objetivos dos modelos é “favorecer a comunicação de ideias” (p.212), o que foi compreendido pelos professores.

Ao serem questionados sobre “Quais as semelhanças e diferenças entre o processo de construção de modelos na ciência e o vivenciado nas atividades do curso”, responderam:

**P2:** *Mais ou menos assim, ele tem uma curiosidade, aí ele vai levantando hipóteses até chegar à conclusão. Aí, ele tem como a gente disse no início da primeira pergunta, segunda pergunta, tem que passar isso da forma mais simplificada possível. Então, isso através de um modelo, através da elaboração de um modelo para explicação, para entendimento para tradução do que ele pesquisou. A modelagem em minha opinião é o entendimento, seria uma forma de eu repassar, tornar visível, de explicar por que uma coisa é um ser muito abstrato. Eu não vou alcançar o objetivo que é socializar o saber. Na medida em que eu faço a modelagem para explicar de maneira mais tranquila, mais fácil o que eu quero passar para os alunos, por exemplo, aí, eu tô usando né, um modelo. Modelando o conhecimento né, para que ele seja mais bem compreendido.*

O professor **P2** trouxe a contribuição da modelagem para a compreensão de conceitos, através dela o conhecimento deixa ser abstrato. Segundo Justi (2010, p. 212), um dos objetivos dos modelos é “simplificar entidades complexas de forma que seja mais fácil pensar sobre as mesmas; facilitar a visualização de entidades abstratas”. No entanto, eles não conseguiram apontar semelhanças e diferenças entre o processo de modelagem, vivenciado no curso, e as etapas de construção de modelos na ciência. Talvez isso tenha ocorrido pelo fato de o curso não promover uma discussão mais consistente desses tópicos. Essa dificuldade pode ser associada, também, ao fato de os professores não terem uma frequência regular ao curso. Alguns professores, como a **P1**, relataram que, no início, não estavam conseguindo acompanhar o curso e entender o papel dos modelos no ensino de Ciências, o que foi sendo esclarecido nos últimos encontros, após participação nas atividades.

Ao serem questionados sobre “qual é o papel dos modelos na ciência”, o professor **P2** se dispôs prontamente a expor sua opinião:

**P2:** *Como já foi dito pela colega, tudo que é construído em ciência não é só para o professor. Ele tem que passar, ele tem que socializar, passar para sociedade e para as pessoas com*

*seus alunos, para a sociedade de modo geral. A função é criar modelos que sejam compreensíveis, do contrário, a Ciência não tem razão de existir se ela não for prática também e acessível.*

Novamente vemos o professor **P2** associar o papel dos modelos na Ciência, na promoção da socialização do conhecimento científico e torná-lo mais acessível e compreensível por todos. Pedimos que eles relatassem quais eram as dificuldades e vantagens do ensino fundamentado em modelagem nas Séries Iniciais. Quanto às dificuldades, eles citaram a “falta de capacitação dos professores para trabalhar com Ciências, principalmente aqueles formados em Pedagogia”, “falta materiais como livros didáticos, principalmente voltados para o primeiro ano”. O livro didático, geralmente, é o principal apoio do professor para planejamento da sua aula, ele se torna ainda mais importante, quando esse profissional não possui formação adequada e encontra no livro uma forma de suprir suas deficiências. As vantagens, apontadas por eles, são associadas ao potencial do ensino fundamentado em modelagem em favorecer um ensino mais investigativo, crítico que incentive a participação ativa do aluno no seu processo de aprendizagem e promova um ensino desvencilhado da memorização de informações. Para uma síntese das concepções dos professores sobre modelos, após o curso, usaremos, novamente, a categorização dos dados favorecendo uma comparação de suas concepções antes e após o curso. As categorias criadas compreenderam natureza, uso e conteúdos dos modelos. Essas categorias são relacionadas ao conceito de modelo e estão na tabela 3, acompanhadas de subcategorias. Na tabela 4, as categorias são sobre as características do processo de modelagem.

Tabela 3- Concepções dos professores sobre modelos após o curso

Concepções dos professores sobre modelos				
Categorias e subcategorias	Docentes			Total
	P1	P2	P5	
<b>NATUREZA</b>				
i) Representação parcial da realidade.	—	X	—	1
ii) Representação de um processo.	X	—	—	1
iii) Reprodução da realidade.	—	—	—	—
iv) Cópia da realidade em proporção menor (escala).	—	—	—	—
v) Cópia da realidade.	—	—	—	—
vi) Elaboração de algo.			X	1
<b>USO</b>				
i) Facilitar a visualização	X	—	—	1
ii) Facilitar a visualização de entidades abstratas	—	X	—	1
	X	X	—	2
iii) Favorecer a compreensão de conceitos.	X	X	—	1
iv) Explicação de algo.	—	—	—	—
v) Padrão a ser seguido	—	—	—	—
<b>CONTEÚDOS DOS MODELOS</b>	—	—	—	—

Será possível a comparação das visões dos professores sobre modelos somente daqueles que participaram das atividades I e/ou II que ocorreram no segundo e terceiro encontros, respectivamente. Assim, em relação à professora **P1** não será possível essa comparação, pois ela esteve ausente nesses dias. O professor **P2** esteve presente regularmente nos encontros, só faltou o penúltimo. As concepções iniciais (antes do curso) dele se concentraram no nível 2 de compreensão. Pois, mesmo apresentando o modelo como uma representação foco estava ainda na realidade modelada. Após o curso, P2 sofisticou suas concepções, agora, apresentando modelo como uma representação parcial da realidade. Como pode ser visto na fala a seguir:

**P2:** *Também com algo que não consiga ser visto porque, por mais que você tente aproximar no modelo, tem coisa que não vai ser alcançado, visível. Mas pelo menos a gente vai ter a ideia de como.*

Ao mesmo tempo, ele continua indicando que o modelo ajuda na visualização do que não é possível fazer observações diretas. Ele cita que o modelo pode auxiliar na explicação de algo. A partir desses aspectos apontados pelo professor **P2**, acreditamos que ele está no nível 2 de compreensão ainda, mas apresenta características do nível 3. Porque ele traz uma noção de que o modelo é uma representação de uma ideia. Assim, é necessário um desenvolvimento do conhecimento de forma mais consistente para que as ideias do nível 3 sejam estabelecidas. Já a professora P5 participou somente da primeira atividade que ocorreu no segundo encontro. E sua participação no grupo focal foi bem tímida o que não favoreceu o conhecimento pleno de suas ideias. No primeiro encontro, ela apresentou o nível um de compreensão, dizendo que o modelo é uma reprodução da realidade. No grupo focal, o modelo passa a ser resultado de uma construção ou elaboração do modelador. Então, ela concentra-se no nível 2 de compreensão. No entanto, não temos evidências de que ela entenda o modelo como a representação de uma ideia. Quanto à professora **P1** não temos suas concepções antes do curso para que uma comparação possa ser feita, mas analisaremos o que ela entende por modelo no momento presente. Ela expressa algumas ideias de modelo, sendo a representação de um processo; ajudando na explicação de fenômenos; e não favorece a compreensão de conceitos. Apresentando características do nível 2 de compreensão. Ela entende modelo como representação da realidade, mas não como a representação de ideias sobre essa. No geral, os docentes concentraram-se no nível 2 de compreensão, ou ainda estão em uma fase de transição entre os dois níveis. No nosso curso, consideramos que os professores deveriam ter um nível três de compreensão para que as estratégias de modelagem fossem desenvolvidas com êxito. E ressaltamos, também, que o grupo focal pode limitar algumas percepções dos professores sobre modelos no momento em que a visão de um participante pode ser influenciada pela de outro durante a discussão, ou até mesmo intimidar a pessoa a expor suas ideias, o que pode ter acontecido com a professora **P5**. Assim, se o tempo disponível for maior, uma sugestão é a entrevista semiestruturada individual com áudio, gravação que favorece a minimização de influências nos dados. A tabela 4 evidencia que os docentes não possuem conhecimento de algumas etapas da modelagem.

Tabela 4- Concepções dos professores sobre modelagem

Concepções dos professores sobre o processo de modelagem				
Categorias e subcategorias	Docentes			Total
	P1	P2	P5	
<b>Propósito inicial</b>	—	—	X	1
<b>Comunicação de ideias (socialização)</b>	—	X	X	2

De acordo com a tabela 4, os docentes entendem que é necessário, para construção de um modelo, um objetivo inicial e que, por meio dele, podemos comunicar ideias semelhantes às que acontecem na comunidade científica. No entanto, eles não possuem conhecimento de que os modelos devem ser testados e avaliados. O nosso curso pareceu não favorecer o desenvolvimento dessas ideias. Assim, é necessário um enfoque maior nesses aspectos em cursos ofertados futuramente. Segundo Ferreira e Justi (2005):

É preciso que o professor conhecer bem o processo de construção de modelos, tendo familiaridade com a noção de modelagem dos seus estudantes e desenvolvendo sua própria familiaridade e experiência com ensino de modelagem. (p.5).

Uma das professoras, **P5**, relatou como a modelagem influenciava em sua aula de ciências e na atitude do seu aluno que a vivenciava:

**P5:** *Já clareou bastante a nossa mente, como regente, quer dizer. Eu posso dar uma aula de ciências, adaptá-la ao nível das minhas crianças que são primeiro ano, seis aninhos de idade, e eu consigo até imaginar eles na mesa tudo curioso. Porque eles são curiosos. P1 bateu nesse ponto e é verdade. Eles tão naquela fase que tudo pra eles é curiosidade. Se levar pra eles coisa diferente, com certeza, eles vão ter um conceito concreto daquilo, vão poder repassar, poder chegar em casa:” Mãe sabia que o ar é assim... Assim. Mãe sabia que eu posso comprovar o ar? Que ele existe mamãe?” É assim que eles vão falar pra mãe deles. Ai, eles vão pegar o que a gente fez lá e vai levar lá para mãe dele. Quer dizer, daí nós estamos mudando toda uma estrutura que já está sendo bem massificada só na memorização. É assim e pronto acabou e a gente vê isso daí até hoje.*

Para ela, a modelagem pode instigar ainda mais a curiosidade do aluno, a necessidade de ele buscar respostas para o mundo que o cerca. Além disso, ela trouxe a contribuição da modelagem para o desenvolvimento de um aluno mais crítico. Questionei-os também com relação a sugestões de temas, conteúdos que poderiam ser explorados quando o curso fosse reformulado, ou ofertado novamente.

Os professores alegaram não saber opinar sobre esse questionamento, devido ao pouco conhecimento que eles possuem sobre ciências e ao pouco conhecimento que é exigido deles para ensinar ciências nas Séries Iniciais. Essa deficiência foi percebida, também, durante as atividades; eles demonstraram não saber que podiam ensinar Química nas Séries Iniciais, e que essa ciência era distante deles, sendo trabalhada somente no Nível Médio. O currículo, usado por eles, apresenta poucos conteúdos que focam a Química, dado que a Biologia o ocupa predominantemente, o que influencia no planejamento das aulas de ciências que não têm espaço para outras ciências.

Por último, nosso grupo focal terminou com o questionamento sobre “Como o curso correspondeu às expectativas iniciais do professor e como está esse profissional atualmente?” Os professores relataram que o curso alcançou suas expectativas, promovendo a interação e a troca de experiências entre o grupo e que sua formação não acaba ali, continua através da busca de outros conhecimentos que possam enriquecer sua prática pedagógica. A professora **P5** apontou a leitura como ferramenta importante na tentativa de aprofundamento de seu conhecimento. Ao longo do curso, percebemos, também, dificuldade dos professores em relação à leitura; todos relataram a falta de tempo. Dois textos, por exemplo, foram postados na plataforma Moodle para que os professores lessem antes do desenvolvimento das atividades, no entanto, somente o professor **P2** disse que havia lido o artigo. Percebemos, também, que esse professor, ao longo da nossa discussão, foi o que mais se sentiu à vontade para exposição de sua opinião, trazendo um conhecimento mais sólido sobre modelos e modelagem. Não afirmamos que seja devido a isso somente, mas a sua frequência regular ao longo de todo o curso, com apenas uma falta, possibilitou o desenvolvimento desse conhecimento. Incentivar os professores à leitura, à busca de informações é muito importante para formação de profissionais mais reflexivos e críticos em todos os níveis de ensino, principalmente nas Séries Iniciais. Promover espaços e horários, semanalmente, como coordenações individuais, favorece aos professores mais tempo para leitura de artigos, livros, materiais com experiências que auxiliem em uma postura mais reflexiva desse profissional.

#### 4.7. Elaboração e Discussão dos Projetos

No oitavo encontro fizemos uma avaliação sobre as reuniões vivenciadas. Buscamos analisar os conhecimentos desenvolvidos pelos professores sobre modelos e modelagem, após participação no curso. Inicialmente, discutimos como faríamos para elaborar os projetos, fundamentados na modelagem, que envolvessem conceitos químicos, para aplicação em sala de aula. O último encontro antecedia as férias dos professores, que se iniciou na semana seguinte. Assim, um dos objetivos do curso que era possibilitar aos professores adaptarem modelagem em seus contextos de sala de aula, não havia sido contemplado durante as 50 horas de curso. Conversamos e discutimos como seriam desenvolvidos esses projetos após o retorno das férias deles. Levamos livros com experimentos voltados para Ensino Fundamental, links de *sites* educativos, materiais que pudessem apoiá-los na elaboração dos projetos. Primeira dificuldade deles foi como inserir conceitos químicos para seus alunos de Séries Iniciais. Eles possuem alunos do primeiro ao quinto ano, sendo que uma professora, a **P1**, trabalha com turmas denominadas G5 (Educação Infantil); crianças com idade a partir dos cinco anos que cursam a Educação Infantil e outra, a **P5**, trabalha com alunos do primeiro ano do Ensino Fundamental, na faixa etária de seis anos de idade. São crianças que possuem algumas especificidades e, em relação às outras, estão iniciando a alfabetização, por isso não sabem ainda ler e escrever o que dificulta o trabalho desenvolvido pelas professoras. Elas contornam esse obstáculo trabalhando com a oralidade, avaliando-os por meio do que eles relatam durante a aula. Suas aulas também são interdisciplinares, segundo elas, pois trabalham português, ciências, matemática tudo ao mesmo tempo. Para exemplificar como elas trabalham, trouxeram a seguinte experiência:

**P5:** *Como eu tô te falando, nós do primeiro ano - eu ia até trazer pra você os livrinhos que nós temos do primeiro ano - a gente trabalha só mais Sociedade e Natureza, né P1?*

**P1:** *Inclui a ciências sim, mas não tem a ciência em si.*

**P5:** *Ela é interdisciplinar. Entendeu?*

**P1:** *A gente trabalha atividades. A gente não trabalha disciplinas separadas.*

**P5:** *Por exemplo.*

**P1:** *Nós não temos disciplinas como tem três aulas de ciências no sexto ano.*

**P5:** *A P7 sim porque ela é do quarto ano.*

**P5:** *Por exemplo, eu quero trabalhar a ortografia do G, pra eles. Vamos supor, eu posso pegar um texto a nível ou adaptado em nível das minhas criancinhas do primeiro ano porque eles não têm ainda essa vivência total, mas a gente pensa assim, mas eles têm muita coisa que trazem de casa, da mídia, de tudo aí. Vamos supor, eu quero trabalhar a água. Isso aí eu vou questionar sobre a água como nós devemos beber essa água, por onde ela passa e tal, a gente se ela passa pela torneira e tal, se começa a falar da oralidade tirando deles o que eles sabem. Aí vocês acabam dando aula pra eles falando sobre água.*

**P1:** *Isso aí já entra, por exemplo, um animal que começa letrinha já vai para gato, aí quantas patinhas tem um gato? Tem... Já vai para o matemático assim tudo junto.*

**P2:** *Como é que ele nasce?*

**P5:** *Ele é mamífero, ele mama? Aí, você começa trabalhar assim, focando vários conceitos, entendeu?*

Os alunos do primeiro ano não possuem conteúdos específicos das ciências. É trabalhado em sala de aula de forma interdisciplinar, até porque os alunos ainda não são alfabetizados, estão iniciando a escrita. Discutimos, com o grupo, como poderíamos desenvolver estratégias de modelagem com esses alunos. E a proposta dos professores foi que fizéssemos projetos. No dia em que nos reunimos havia somente três professores presentes: **P1**, **P2** e **P5**. As professoras **P1** e **P5** disseram que elas e a professora **P7**, que não estava presente, trabalham em uma mesma escola, por isso gostariam de desenvolver o projeto em conjunto. O professor **P2** tinha vínculo de professor temporário pela Secretaria Municipal de Educação, com a nomeação de professores efetivos (ocorreu na última semana do curso) ele saiu do cargo, permanecendo fora de sala de aula. Assim, ele se prontificou a fazer um projeto com as professoras citadas anteriormente, mas após o retorno das atividades escolares, em agosto, não conseguimos entrar em contato com o professor **P2**. O grupo resolveu promover encontros na própria escola para que o projeto fosse elaborado, fizemos um roteiro de alguns pontos que deveriam ser abordados no projeto. Os conteúdos e as atividades, deixamos que os professores os selecionassem e adaptassem de acordo com seu contexto de ensino. Percebemos, no currículo, que não há a presença de conceitos químicos no

primeiro ano do Ensino Fundamental, focando o tema Sociedade e Natureza. As professoras relataram trabalhar temas como a Água e seus Estados Físicos nessa série - assunto que se propuseram a abordar em seu projeto. Como estávamos no último encontro e o tempo era escasso para elaboração do projeto, decidimos marcar outro encontro após o retorno das férias dos professores. Como os projetos seriam desenvolvidos na escola deles, os encontros ocorreram a partir do mês de agosto, no próprio local de trabalho dos professores. Realizamos reuniões semanais para elaboração do projeto as quais eram marcadas conforme a disponibilidade de cada professor.

Essa segunda parte do curso ocorreu durante o mês de agosto e setembro. Foi desenvolvido com quatro professoras. Três professoras trabalhavam em uma mesma escola X, e decidiram fazer um projeto comum, cujo tema era único para todas e o que diferenciava eram as estratégias usadas devido à faixa etária e à série distinta atendida. A quarta professora ministrava aulas em outra escola Y, da região e decidiu fazer seu projeto, sozinha. Durante os meses de agosto e setembro a pesquisadora se dividiu entre as duas escolas, acompanhando os professores durante a elaboração e execução do projeto. Quando necessário, levávamos materiais para experimentos e livros para os professores. Abaixo, um cronograma com os encontros realizados nas escolas dos professores durante a elaboração do projeto:

Encontros /datas	Escola	Atividades
14/08	X	Seleção de conteúdos e esclarecimento de dúvidas sobre o projeto
05/09	X	Apresentação do projeto pelas professoras; entrega de material; esclarecimento de dúvidas; definição dos objetivos do portfólio.
10/09 a 14/09	X	Aplicação do projeto em sala de aula e elaboração do portfólio
13/09	Y	Apresentação do projeto e esclarecimento de dúvidas
17/09	Y	Entrega de material
20/09	X	Apresentação dos resultados e avaliação do portfólio
14/10	Y	Apresentação dos resultados e avaliação do portfólio

As linhas gerais dos projetos desenvolvidos pelas professoras são apresentadas em anexo. No anexo C, apresentamos o projeto desenvolvido na escola X, onde as professoras abordaram o tema: “Estados Físicos da Água”. A temática foi selecionada pelas próprias professoras. Segundo elas, o tema estava sendo trabalhado naquele momento em sala de aula e com o projeto seria dado continuidade, evitando a interrupção das atividades desenvolvidas com os alunos. A

professora **P5** relatou sua dificuldade em trabalhar com os alunos do primeiro ano do Ensino Fundamental que, segundo ela, não eram alfabetizados e, por isso a avaliação do processo só poderia ser feita oralmente e por meio de desenhos. A professora **P1** concordou com a colega de trabalho e ressaltou que seu trabalho tinha uma especificidade ainda maior, pois se tratava de alunos da Educação Infantil, na faixa etária de cinco anos de idade. Todas essas dificuldades foram discutidas durante os encontros, e alternativas foram propostas, principalmente, quando falávamos de como os alunos seriam avaliados no decorrer das aulas. No anexo D, apresentamos o projeto desenvolvido na escola Y, com o tema “Processo de Tratamento de Água”. Ao final da aplicação do projeto, as professoras fizeram portfólios descrevendo o projeto, atividades realizadas, resultados obtidos e reflexões sobre a prática docente desenvolvida. A partir do portfólio foi possível avaliar se os professores incorporaram, em sua prática docente, o ensino fundamentado em modelos e modelagens. A seguir, apresentaremos os resultados obtidos após aplicação dos projetos das professoras em seus contextos de ensino.

#### 4.8. Identificando os Conhecimentos da Professora, Joana, Incorporados em sua Prática Pedagógica

A professora, Joana,<sup>21</sup> trabalha com Séries Iniciais há cinco anos. Possui curso de Pedagogia e de Magistério. Atualmente, ela ministra aula para o 1º ano do Ensino Fundamental pela manhã e, no período da tarde, é uma professora apoio para dois estudantes com deficiências múltiplas. Uma pessoa que nos chamou atenção pela sua espontaneidade e compromisso com a profissão. Nas visitas que fiz a sua escola, ela se mostrou sempre receptiva e atenciosa nas conversas. Apresentou-me a seus alunos e me mostrou as dependências da escola. A sala de leitura, sala dos professores e salas de aula. Na sala de leitura, ela ressaltou as prateleiras, onde havia vários livros - o móvel foi doado por ela e pelo seu esposo - que instalou as prateleiras. Alguns livros que compunham o acervo da sala também foram doados pela própria professora. Nos encontros que tive com ela, além de conversas sobre o desenvolvimento do seu projeto, em alguns momentos a professora expunha como era sua relação com os alunos. Alunos que vivenciavam uma condição social precária. Um aluno, citado por ela, havia alguns dias não aparecia à escola. Ela mesma ligou para ele e buscou saber o motivo da sua ausência. Sua mãe tinha vários filhos e saía para trabalhar e, por isso, durante o dia o filho mais velho (o aluno da professora Joana) ficava em casa para cuidar dos irmãos mais novos. Assim, a professora Joana me contava que a sua profissão envolvia também questões sociais, econômicas e que nem sempre ela estava preparada para situações como aquela. Ao mesmo tempo, ela colocava suas dificuldades em ensinar ciências para série em que atuava naquele ano:

Eu tenho dificuldade para trabalhar com ciências. Só com atividades turma com seis anos, ciências, não sei, mas eu tenho dificuldade mesmo com o livro assim, pegando o livro tenho dificuldade como passar. Ai me chamou atenção quando a **P7** falou: "**P5** você gosta tanto de ciências".

Durante nossos encontros, Joana sempre falava sobre sua dificuldade em trabalhar com essa faixa etária, principalmente, quando se tratava de ciências. Segundo ela, o currículo elaborado pela Secretaria Municipal de Educação, trazia o tema "Sociedade e Natureza". No entanto, não havia conteúdos para serem

<sup>21</sup> O nome Joana é fictício. Foi substituído o código **P5** usado ao longo do texto por Joana para dar mais identidade à professora.

trabalhados nessa faixa etária, era tudo trabalhado de forma generalizada, sem conceitos específicos. Durante o tempo que ela aplicou seu projeto, o currículo estava sendo reformulado pela Secretaria.

Exatamente no dia em que ela terminou a execução do projeto, disse-me que o conteúdo abordado em suas aulas aparecia no currículo no campo “sugestão de conteúdo”. Três elementos dele envolviam os conteúdos abordados por ela:

Reconhecimento da importância de um dos elementos da natureza: \_  
A água; reconhecimento de que em nosso planeta há mais água do que terra; lugares onde podemos encontrar água. (extraído do currículo do Município)

Durante a elaboração do projeto, Joana não estava confiante e nem segura do retorno que as estratégias elaboradas por ela, envolvendo a modelagem, poderiam trazer a seus alunos. Para que haja o favorecimento da autonomia e aumento da segurança da professora é preciso que os docentes tenham mais contato com relatos de experiências de modelagem nas Séries Iniciais, possibilitando a validação da estratégia. Para isso mais pesquisas como a nossa devem ser feitas, trazendo as contribuições da estratégia para o ensino de Ciências nesse nível de ensino. Figueirêdo (2008) demonstrou, em sua pesquisa com professores de Ensino Médio, que os docentes perceberam a validade da proposta (estratégia de modelagem) a partir dos relatos dos seus colegas de grupo dentro do grupo colaborativo.

Principalmente, porque se tratava de crianças na faixa etária de seis anos de idade que ainda estavam iniciando sua alfabetização. No entanto, ela aceitou o desafio e foi em frente. Elaborou um projeto (anexo B) com as professoras **P1** e **P7** no qual propôs atividades (anexas) para serem desenvolvidas com alunos do primeiro ano do Ensino Fundamental. As professoras, no período de elaboração do projeto, estavam bem atarefadas com vários projetos propostos pela própria escola e outros vindos da Secretaria Municipal de Educação. Por isso, o tempo de dedicação ao projeto foi curto, o que inviabilizou um planejamento mais detalhado das atividades. Mas Joana, na medida do possível, dedicou-se à elaboração das atividades, relatando que os alunos, nessa faixa etária, necessitam de atividades lúdicas para “prender” mais a atenção deles, pois se dispersam muito. Estão em uma fase na qual as brincadeiras são muito presentes. Gostaríamos que os professores se tornassem autores de suas próprias mudanças, que eles propusessem soluções para as problemáticas observadas em sua sala de aula. Segundo Pimenta (2005, p. 523) “os professores vão se constituindo em

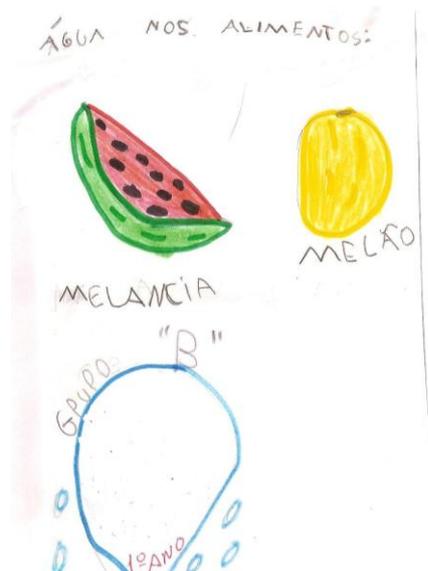
pesquisadores a partir da problematização de seus contextos”. A docente trouxe suas necessidades e dificuldades em ensinar ciências para alunos do primeiro ano e, juntos, propusemos uma possível solução.

Em seu plano de aula, ela explorou os seguintes temas: onde a água é encontrada no nosso planeta; os usos da água no dia a dia; distribuição da água na Terra; os estados físicos da água e suas mudanças. Usou atividades das quais os alunos pudessem participar e percebessem a água no estado líquido, sólido e gasoso. Para criação dos modelos, ela pediu como registro desenhos, pois os alunos não são alfabetizados. No portfólio, selecionou algumas das melhores produções dos alunos. Segundo Villas Boas (2004), no portfólio os alunos selecionam as melhores amostras de trabalho que evidenciem sua aprendizagem. Assim, ela selecionou o que de melhor representava a aprendizagem dos seus alunos, colocando fotos, desenhos que demonstravam que eles tinham alcançado o objetivo das atividades. No primeiro momento da aula, ela pediu que os alunos fizessem desenhos sobre locais onde encontramos a água na natureza. Alguns desenhos desenvolvidos pelas crianças:

Figura 5: Desenho apresentado pelo grupo A



Figura 6: Desenho apresentado pelo grupo B



Os alunos mostraram, em seus desenhos (figura 5), elementos do ciclo da água na natureza. A formação das nuvens com a chuva, a água presente nos rios. O outro grupo (figura 6) trouxe alimentos que possuem água e que consumimos no dia a dia. Os desenhos foram, também, reflexos de uma atividade proposta pela professora que levou a melancia como exemplo de alimento que contém água. Outro recurso usado pela professora foi o emprego de um gráfico, em pizza, feito com cartolina para mostrar a distribuição da água em nosso planeta. Ela se surpreendeu com um desenho feito por uma aluna enquanto ela mostrava o gráfico, apresentado a seguir:

Figura 7: Desenho feito por uma aluna para representar um gráfico



A aluna, a partir do gráfico apresentado pela professora, fez outro (figura 7) semelhante em seu caderno, no entanto, ela trouxe outros componentes como o polvo, peixes que vivem no espaço ocupado pela água no planeta. No espaço, onde

temos terra ela trouxe plantas e flores. A professora nos disse que a surpresa foi por que ela não havia pedido nenhum registro no caderno, mas aluna desenhou e ainda acrescentou outros elementos que ela conhecia ao gráfico, o que fez a docente refletir sobre os conhecimentos que os alunos têm e que não são explorados em sala de aula. A aluna reconstruiu o gráfico a sua maneira, a partir do que ela conhecia.

Após a apresentação dos assuntos, citados anteriormente pela professora, para que os alunos mostrassem o tema com situações cotidianas, ela abordou os estados físicos e suas mudanças, através de atividades práticas, que envolvessem os alunos e os auxiliassem na elaboração dos seus modelos. A primeira atividade foi fazer um suco de laranja com os alunos para que eles percebessem que o suco estava no estado líquido (figura 8).

Figura 8: foto de alunos participando da produção do suco de laranja.



Como pode ser observado, na foto acima, os alunos participaram da produção do suco. Segundo a professora, trabalhar com crianças nessa faixa etária exige situações que ela denomina de “concretas”, nas quais eles manipulam materiais, levando, assim, a formulação de conceitos. A avaliação é realizada comumente através da oralidade, pois os alunos ainda não dominam a escrita. Por isso, nós decidimos usar como instrumento para registro de dados a áudio gravação. A professora Joana concordou e se dispôs a gravar trechos das suas aulas, então, deixamos que ela ficasse à vontade para registrá-las. Ela gravou um trecho em que retoma alguns assuntos, e os alunos participam de uma atividade para produção de picolés, na perspectiva de elaboração de modelos para mudança de estado físico do líquido para o sólido. Durante a retomada de alguns assuntos tratados na aula

anterior, os alunos demonstraram a apropriação do processo que ocorre durante o ciclo da água. A seguir, o diálogo da professora Joana com seus alunos:

**Professora:** *Nós vamos fazer qual experiência agora? Qual nossa experiência?*

**Aluno (menino):** *De sorvete.*

**Professora:** *A nossa primeira aula foi sobre o quê? Sobre onde nós encontramos a água. Ai vocês fizeram aquele desenho. E a nossa água, nós encontramos onde?*

**Aluno (menino):** *Lá no poço, no mar.*

**Aluno (menino):** *Na cachoeira.*

**Professora:** *Muito bem. Tem até o desenho que vocês fizeram do poço, não foi?*

**Aluno (menino):** *E a água vem da chuva. Ela é natural.*

**Aluno (menina):** *Quando a mamãe coloca água no feijão ela sobe.*

**Professora:** *A água da chuva do rio ela é natural?*

**Alunos (todos):** *Natural.*

**Professora:** *E essa água que você falou é natural. Então, essa água tá lá que a chuva jogou e vai pro?*

**Alunos (todos):** *Mar.*

**Professora:** *A tia falou que tem o ciclo da água não foi? O que que acontece?*

**Aluno (menino):** *Que é a terra.*

**Professora:** *A água vai e cai aonde?*

**Alunos (todos):** *No rio.*

**Professora:** *E dos rios o que acontece?*

**Aluno (menino):** *Ela vai evaporando.*

**Professora:** *Muito bem aluno 1 a água foi, jogou água nos rios e tem aquele ciclo que a tia mostrou no desenho. Ela novamente evaporou e vai pra onde?*

**Aluno (menino):** *Pro céu.*

**Aluno (menina):** *Pras nuvens.*

**Professora:** *Muito bem aluna 2, ela vai pras nuvens. E o que acontece?*

**Aluno (menino):** *Chove.*

**Professora:** *Ela fica sobrecarregada e forma novamente em?*

**Alunos (todos):** *Chuva.*

Observa-se que a professora Joana conduziu o diálogo acima de modo que os alunos dissessem algumas etapas do ciclo da água. Ela estabeleceu um diálogo com as crianças para que as mesmas trouxessem modelos elaborados nas aulas anteriores. Os questionamentos dela foram estruturados de forma alternada. Em alguns momentos, ela induziu a uma resposta correta e em outros, ela permitiu que o aluno formulasse um raciocínio usando perguntas como: O que acontece? Vai pra onde? Sabemos que durante as atividades de modelagem é importante que o professor conduza raciocínios que possibilitem ao aluno pensar e testar seus modelos. Essa postura da professora Joana de induzir uma resposta, possivelmente, está associada a uma formação inicial que focou a memorização de conceitos sem uma reflexão sobre o que está sendo estudado. A modelagem promove um ensino baseado em um conhecimento mais crítico e reflexivo por parte dos alunos. Possivelmente a professora Joana não se apropriou de todos os aspectos envolvidos no processo de modelagem, como a condução de diálogos em que o professor não faz um julgamento dos modelos dos alunos, mas o leve a um raciocínio no qual o próprio aluno perceba a inconsistência do seu modelo. Postura que, geralmente, os professores não desenvolvem, pois não faz parte de nossa prática em sala de aula. Mesmo assim, nota-se a compreensão dos alunos sobre o ciclo da água e formulação de modelos explicativos adequados.

Após o diálogo sobre o ciclo da água a professora Joana fez questionamentos sobre a apresentação da água nos três estados físicos. A seguir, o diálogo com os alunos:

**Professora:** *Depois disso o que foi que nós fizemos? Tia Joana deu pra vocês um desenho. Que representa aquele desenho?*

**Alunos (todos):** *O planeta Terra.*

**Aluno (menino):** *O planeta Terra, mais água é mais.*

**Professora:** *A tia mostrou aquele desenho mostrando que nós temos mais o quê?*

**Alunos (todos):** *Água.*

**Professora:** *Menos?*

**Alunos (todos):** *Terra.*

**Professora:** *O Breno falou uma coisa importantíssima. Onde nós encontramos água, é água natural nos rios, nos poços, nos oceanos. E que nossa água é natural e de repente, ela começa a passar por transformações.*

**Aluno (menino):** *Que é gelo.*

**Professora:** *Tem uns que vira gelo. Tem outras que através de quê?*

**Alunos:** *Das águas, dos rios, evapora.*

**Professora:** *Aí, nos tivemos que provar que as frutas têm água. Podemos encontrar água nas frutas. Qual foi a fruta que nós provamos?*

**Aluno (menino):** *Melancia.*

**Professora:** *E ela não tinha água?*

**Alunos (todos):** *Tinha.*

**Professora:** *A água que nós consumimos ela está em qual estado?*

**Alunos (todos):** *Líquido.*

A professora retomou alguns conceitos e pediu que os alunos dissessem algumas transformações que a água sofre no ambiente. Eles, adequadamente, identificaram os estados físicos da água nos alimentos, na água que bebemos. Após esse momento a professora questionou os alunos sobre o que eles estavam fazendo durante a experiência de fazer picolé:

**Professora:** *Essa água está em que estado?*

**Alunos (todos):** *Líquida.*

**Professora:** *Da pra ver né, que ela está no estado líquido. E essa água vai sofrer uma transformação.*

**Aluno (menino):** *Ele é natural. O refri é natural.*

**Professora:** *O refrigerante não é natural, por quê? Porque tá sofrendo um monte de transformações. A aluna 1 tá colocando esse pó dentro dessa água e o aluno 2 vai mexer nessa água. A aluna 1 e o aluno 2 estão mudando o estado da água que vai passar do estado líquido para o estado?*

**Alunos (todos):** *Sólido.*

**Professora:** *Ele vai virar o quê?*

**Aluno (menino):** *Suco.*

**Professora:** *O suco vai virar o quê?*

**Alunos (todos):** *Gelo.*

**Professora:** *Nós estamos fazendo o quê?*

**Aluno (menino):** *Picolé.*

**Professora:** *O que a aluna 1 vai fazer?*

**Aluno (menino):** *A gente vai botar na geladeira vai virar.*

**Professora:** *Então a aluna 1 vai fazer virar essa água que é natural com um suco cheio de substância. E esse pozinho tem o quê?*

**Aluno (menino):** *Aqui tem açúcar, tem um “mucado” de coisa, tem água.*

**Aluno (menino):** *Antes ela tava branca não tava?*

**Aluno (menina):** *Não. Ela tava transparente.*

**Aluno (menina):** *Sabia que ela tá evaporando?*

**Aluno (menino):** *Tá evaporando mesmo.*

**Aluno (menina):** *Ela era transparente.*

**Aluno (menino):** *Ela se transformou em suco.*

**Professora:** *Vamos ver? O que aconteceu com essa água que tava natural?*

**Aluno (menino):** *Ela ficou líquida.*

Durante o diálogo, percebemos que a professora Joana fez questionamentos para que os alunos respondessem quais eram os estados da água no momento da produção do picolé. Os alunos responderam satisfatoriamente aos questionamentos com seus modelos explicativos. Um dos alunos, quando fez associação da água natural que estava estado líquido com o refrigerante, foi prontamente corrigido pela professora. Em outro momento, ela chamou atenção que a água não era mais natural, haviam sido acrescentadas outras substâncias como o suco de laranja, questionando os alunos quais eram essas substâncias. É importante ressaltar que os conceitos de substância e material foram discutidos durante o curso com os professores, e a professora já usava um deles em sua aula, mostrando que incorporou no seu vocabulário esse termo. Outro trecho importante do diálogo; um aluno falou que a água era “branca”, em seguida o coleguinha corrigiu dizendo que a água era “transparente”, uma das características da água potável. A professora usou também o termo “transformação” para se referir à mudança de estado (líquido para sólido), usou corretamente o termo, pois há uma transformação física do suco.

Em seguida, a professora continua a atividade focando, agora, sobre as mudanças de estados que o picolé sofre durante o processo de produção:

**Professora:** *Ela continua líquida. Por quê? O suco não é líquido? Ela sofreu o quê? Substância...*

**Alunos (todos):** *Substância.*

**Professora:** *Mas ela ainda continua líquida?*

**Alunos (todos):** *Continua.*

**Professora:** *Vamos ver agora o que vai acontecer. Nós vamos colocar esse líquido aonde?*

**Alunos (todos):** *Nos copinhos.*

**Aluno (menino):** *Vai ficar duro.*

**Professora:** *A aluna 1 tá transformando essa água que era natural agora é o quê? Mas agora ela não é mais natural o que foi que ela colocou? Substância... Qual foi a substância que ela usou?*

**Aluno (menino):** *Suco.*

**Professora:** *Que cor?*

**Aluno (menino):** *Laranja.*

**Professora:** *Amanhã, nós vamos ver em que estado ficou. Será que ela vai mudar gente?*

**Aluno (menino):** *Vai.*

**Professora:** *Você acha que ela vai continuar líquida, ou ela vai mudar crianças?*

**Alunos (todos):** *Mudar.*

**Aluno (menina):** *Vai ficar sólida.*

**Professora:** *A onde é que nós vamos colocar essa?*

**Alunos (todos):** *No congelador.*

**Professora:** *Será por que ela vai sair desse estado para sair para outro estado?*

**Alunos (todos):** *Sólido.*

**Professora:** *Será por que ela vai para o estado sólido?*

**Alunos (todos):** *Ela vai congelar.*

**Professora:** *Será por que que ela vai congelar?*

**Aluno (menino):** *Porque vai botar no congelador ela vai ficar endurecida. E vai virar picolé.*

**Aluno (menino):** *Eu vou falar para minha mãe que eu fiz essa experiência. Muito boa.*

Os alunos compreenderam que, ao colocar o suco no congelador, ele irá mudar do estado líquido para o sólido, relatando até como é a consistência nesse estado. A professora, novamente, chamou atenção para outra substância que estava sendo colocada na água, o suco. Sabemos que o conceito certo seria definir o suco como material (o que até foi feito no diálogo anterior, quando a professora disse “um suco cheio de substância”), pois o suco de frutas em pó é composto por várias substâncias, além dos aromas naturais ou sintéticos das frutas. Porém,

compreendemos que, talvez, a professora possa ter usado essa definição para evitar que o assunto ficasse abstrato para os alunos naquela faixa etária. Um equívoco é a forma com que o termo foi usado. Pois, pode levar o aluno a compreender que toda a substância não é natural, afirmando que a água não era mais natural devido ao suco de frutas em pó colocado pela aluna. No entanto, sabemos que temos substâncias naturais e sintéticas. São equívocos cometidos por nós, professores, a todo o momento, que podem passar despercebidos. É necessário que os conceitos químicos não sejam foco somente de um curso pontual de formação contínua, mas da formação inicial desses professores, principalmente, por se tratarem de conceitos estruturadores da química. A professora, ao final, tentou explorar com os alunos o fato de o picolé mudar de estado no congelador, mudança de temperatura, mas o diálogo foi encerrado. Nota-se como uma atividade prática e simples levou os alunos à formulação de modelos explicativos satisfatórios para essa faixa etária - seis anos. Além disso, o potencial que ela pode trazer para exploração de conceitos químicos e físicos. Durante as atividades, a professora pediu que seus alunos criassem desenhos que demonstrassem os estados físicos. Pensamos nos desenhos, pois os alunos não são alfabetizados, por isso elaborar explicações, usando a linguagem escrita, seria inviável. Para o estado líquido, um grupo de alunos produziu o desenho abaixo (figura 9):

Figura 9: Desenho, apresentado por um grupo para o estado líquido.



Os alunos apresentaram desenhos com os materiais usados durante a atividade para produção do suco. Eles trouxeram o suco, a água pronta para consumo como representantes do estado líquido, o que evidencia uma compreensão

do estado líquido. Em outros dois desenhos, dois grupos (figuras 10 e 11) exibiram representações para o estado sólido:

Figura 10: Desenho, apresentado por um grupo para o estado sólido.



Figura 11: Desenho apresentado por uma dupla de alunos para o estado sólido.



Para o estado sólido, eles representaram o que foi feito durante a atividade para produção do picolé. Desenharam o picolé como representante do estado sólido. Um dos grupos desenhou um elemento a mais, a geladeira. Nota-se que os grupos reproduziram os passos realizados durante a atividade com a professora. A atividade influenciou diretamente na criação dos desenhos para o estado sólido. A dupla de alunos escreveu no desenho “estado de solidificação”. Um termo equivocado, pois solidificação é a mudança de estado. Como ressaltado anteriormente, os alunos estão em processo de alfabetização, assim segundo relato da professora Joana, a parte escrita do desenho foi feita por ela para alguns desenhos e outros, ela auxiliou os alunos na escrita. Possivelmente, o que está escrito na figura 9 é um registro da docente juntamente com os alunos, ela não se atentou ao fato do conceito

equivocado. E por fim, os alunos apresentaram desenhos (figuras 12, 13 e 14) para uma mudança de estado físico; a evaporação.

Figura 12: Desenho apresentado por um grupo de alunos para evaporação.



Figura 13: Desenho apresentado por um aluno para evaporação.



Figura 14: Desenho apresentado por um grupo de alunos para evaporação.



Os alunos criaram desenhos com situações do dia a dia que representam a mudança de estado evaporação, como a roupa secando no varal. Nos dois desenhos (figura 13 e figura 14) temos o sol como fonte de calor. Não podemos afirmar a temperatura, mas na imaginação deles o calor do sol é um fator que influencia a mudança de estado. Um dos grupos representou o que foi feito durante a atividade de cozimento do arroz. Nota-se, assim, que os alunos criaram modelos associados ao que foi trabalhado durante as atividades e trouxeram fenômenos do dia a dia para ilustrar os conceitos aprendidos. Segundo Araújo e Tavares (\_\_\_\_),

O que a criança expressa enquanto desenha é importante, por que ela registra, imagina, relacionando sua experiência vivida, pois os desenhos materializam as imagens mentais do que a criança conhece e tem registrado na memória com a contribuição da imaginação. (p.9)

Nossos dados refletem o que os autores apontam em seu trabalho. Os alunos trouxeram desenhos que se relacionam com as experiências que eles vivenciaram durante as atividades e o conhecimento que eles possuem das situações do dia a dia. Além disso, houve uma relação de situações vivenciadas, em sala de aula, com as mudanças de estado físico como, por exemplo, o cozimento do arroz com o estado de evaporação. Percebemos que o uso de desenhos se mostrou um recurso válido para identificação das ideias dos estudantes o que já foi verificado por outros estudos. Segundo Peres (1993 p. 161), os desenhos mostraram-se um recurso “viável como forma de expressão e como recurso metodológico” com alunos do sexto ano do Ensino Fundamental. Como expõe Andrade *et alii* (2007 p.3), o “desenho é a primeira representação gráfica utilizada pelas crianças. Desenhar é um ato inteligente de representação que põe forma e sentido ao pensamento e ao conteúdo que foi assimilado”. Podemos concordar com ele como primeira representação gráfica, pois na situação da professora Joana seus alunos ainda não dominavam a escrita, por isso optou-se por usar desenhos. Ao final do portfólio, a professora Joana trouxe suas percepções sobre o processo vivenciado durante o projeto. A seguir, um trecho do registro escrito da professora:

*A importância de conhecer as descobertas durante o projeto, colocando o educando num processo de socialização, cujo princípio mais elementar é capacitá-lo ao entendimento do tema proposto. Caso isso não ocorra, os alunos não sentirão motivação para reconstruir os seus modelos de ciência.*

A professora colocou, em sua avaliação do projeto, que a “socialização” leva os alunos a ficarem motivados para reconstrução dos seus modelos. Essa concepção esteve presente durante a elaboração das atividades para o projeto. São atividades que permitiram essa socialização com a participação dos alunos. Durante a transcrição dos trechos das gravações em áudio e a partir de relatos da professora, percebemos que os alunos participaram ativamente das atividades, como da produção do picolé. Eles dividiram tarefas entre si (mexer o suco na jarra, colocar os ingredientes, encher as forminhas, colocar na geladeira) o que exigiu deles uma negociação entre o grupo de alunos. Nesse sentido, a socialização citada pela docente pode ser vista. Segundo Ferreira e Justi (2005), documentos internacionais sobre o ensino de Ciências apontam que é necessário colocar o aluno como participante ativo do seu processo de aprendizagem, deixando de ser mero receptor de informações. Além disso, a professora considerou que os conhecimentos prévios dos alunos foram importantes para que eles desenvolvessem um conhecimento mais significativo. Esse entendimento é apresentado, no trecho seguir, extraído do portfólio:

*Percebi que, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, houve uma grande contribuição para o desenvolvimento das situações significativas, tais como receita do suco de laranja (líquido), chuparem o picolé de laranja (sólido) e estender a roupa no varal e cozinhar o arroz (vaporização).*

Ela trouxe situações do dia a dia das crianças para que eles mobilizassem seus conhecimentos prévios e os usassem para construção dos seus modelos. Observamos que as aulas, realizadas antes de cada atividade prática, também contribuíram para que os alunos formassem seus modelos. A professora Joana, durante as suas aulas, não discutiu, como pode ser observado, a natureza dos modelos, para que servem, suas aplicações e limitações. Realizou atividades que facilitaram a elaboração de modelos pelos alunos, mas sem discussão desses tópicos referidos. Segundo ela, a faixa etária dos alunos não possibilitava isso. Não discordamos dela, pois se trata de crianças que ainda estão em processo de alfabetização e não dominam nem a linguagem escrita. A professora colocou também que:

Esses procedimentos (do projeto) foram essenciais para que os alunos tivessem uma posição ativa na construção do conhecimento para elaboração de suas ideias.

As atividades elaboradas permitiram a socialização referida anteriormente. No entanto, antes das atividades práticas ela fez aulas expositivas sobre os assuntos. O que deixou essas atividades sem o foco investigativo, sem uma postura do aluno como construtor do conhecimento, pois os conteúdos haviam sido trabalhados anteriormente. Recai no que, comumente, é discutido em pesquisas; atividades que levem a reforçar a teoria. Percebemos que ainda há uma resistência dos professores em se apropriar de práticas pedagógicas envolvendo a modelagem. Por isso sugerimos que, em curso futuros, sejam desenvolvidos mais espaços para discussão das contribuições da modelagem na aprendizagem de conceitos, o que foi feito na pesquisa de Figueirêdo (2008). Segundo ela, os professores destacaram que aceitação da estratégia foi facilitada com a discussão de práticas concretas de aplicação da modelagem. É necessário mais pesquisas nas Séries Iniciais que evidenciem contribuições da modelagem nesse nível de ensino para que os docentes sintam-se mais motivados a aplicá-las em seus contextos de ensino. Na literatura encontramos um trabalho, Acher *et alii* (2007), que traz uma proposta de aplicação com alunos da terceira série de uma escola primária.

#### 4.9. Identificando os Conhecimentos da Professora, Andréa, Incorporados em sua Prática Pedagógica

A professora, Andréa,<sup>22</sup> trabalha com Séries Iniciais há seis anos. Possui como formação o Magistério e o curso de Pedagogia. Durante o período da manhã, leciona para o quarto ano das Séries Iniciais e no período vespertino leciona educação física para completar a carga horária de 40 horas semanais. Uma professora receptiva e atenciosa que se mostrou interessada durante todo o curso. Uma das professoras que, as colegas de trabalho dizem se destacar pela sua habilidade em manusear as novas tecnologias. No colégio, sempre que alguém precisava montar um data show, colocar um vídeo, solucionar problemas com a informática, essa professora era requisitada. Durante a elaboração do projeto ficou responsável por digitar os textos, fazer *download* de um vídeo para que ela e as colegas usassem durante as aulas. Em relação ao conhecimento de conceitos químicos, ela demonstrou tê-los, o que foi evidenciado durante sua participação nas atividades presenciais do curso. Durante o curso, ela expôs as dificuldades que tem para se atualizar:

*Acho que a gente deveria ter mais cursos. Ao invés de ter só oficinas de matemática, oficinas de língua portuguesa ter também oficinas de ciências. Essa questão da substância se ela tivesse mais informação ia ser mais rico. Ter relatos de experiências, livros com experiências, porque há uma dificuldade muito grande de encontrar livros. Têm na Internet essas coisas, mas têm coisas na internet que nem tudo é válido. Então, se a gente tivesse mais experiências, mais conceitos, o ensino de ciências ia melhorar.*

Essa necessidade de materiais foi relatada não somente pela professora Andréa, mas por todos seus colegas que participaram do curso. O nosso curso foi o primeiro a ser ofertado, no Município, na área de ensino de Ciências, não havia nenhum, até o momento, que atendesse às necessidades dos professores, o que dificultava o trabalho deles com os alunos.

Assim, diante de suas necessidades e a partir da realidade que Andréa vivenciava, elaboramos o projeto com atividades voltadas para série que ela

---

<sup>22</sup> O nome Andréa é fictício. Foi substituído o código **P7** usado ao longo do texto por Andréa para dar mais identidade à professora.

trabalha, atualmente, no turno da manhã - o quarto ano. O tema foi sugerido e decidido de comum acordo pelas três professoras. Andréa disse que, naquele momento, ela já havia começado a trabalhar os estados físicos da água em sala de aula, pois constava no currículo. Com isso, conversando com ela, disse que gostaria que o projeto não interrompesse suas atividades escolares, mas que desse continuidade ao que fazia naquele momento. Assim, ela propôs suas atividades (anexo B) com o tema e que envolvesse a modelagem. Ela relatou que a sua turma era muito agitada, e eles não estavam acostumados se organizarem em grupos, por isso os modelos seriam feitos individualmente. Os dados, trazidos aqui, foram obtidos do portfólio que ela fez e de conversas ao longo da elaboração do projeto. Não foi possível obter os diálogos dela com os alunos em sala, pois ela não se sentiu à vontade para gravação e nós respeitamos sua decisão. Analisando as atividades que propôs para serem aplicadas, foi possível perceber que ela trouxe vídeos, diálogos em sala de aula em que a química estivesse presente. Para introdução do tema na primeira aula, ela trouxe um vídeo que exibia a água presente na natureza nos três estados físicos e representações das moléculas de água no estado sólido, líquido e gasoso com sua organização em cada estado. Para exemplificar como ela conduziria a aula foi colocado (portfólio) uma simulação de como seria o diálogo em sala de aula:

Professora: A água no copo se apresenta como?

Alunos: Líquida.

Professora: Por que líquida?

Alunos: Porque ela se move e não é dura como o gelo.

Professora: E como é formada a água líquida?

Alunos: Não sabemos professora, acho que ela é branca, ou não tem cor, tem várias bolhas dentro.

Professora: A água é formada por moléculas, tais como  $H_2O$ . (Mostrar uma pequena simulação das partículas da água no data show).

Professora: E onde podemos encontrar a água líquida?

Alunos: Na água para beber, na água para tomar banho, nas nuvens, nos rios, oceanos e lagos.

A professora, de acordo com o diálogo, focou primeiramente nas características da água no estado físico. Em seguida, os aspectos químicos, mostrando, através de uma simulação, como eram organizadas essas moléculas no

estado líquido. Ela usou um recurso que mostramos no terceiro encontro presencial; um *software* que simulava como estão organizadas as moléculas de água no estado líquido. Percebemos que os alunos compreenderam algumas mudanças de estado como: solidificação, vaporização, fusão, observados em seus registros escritos e desenhos. Mas, todas as representações dos alunos foram no nível macroscópico. Assim, talvez não fosse interessante trazer o vídeo com a organização das moléculas para alunos que ainda não compreendem a matéria formada por partículas e por espaços vazios. Alguns dos desenhos representativos estão abaixo:

Figura 15: Desenho representativo de mudanças de estado- Aluna A

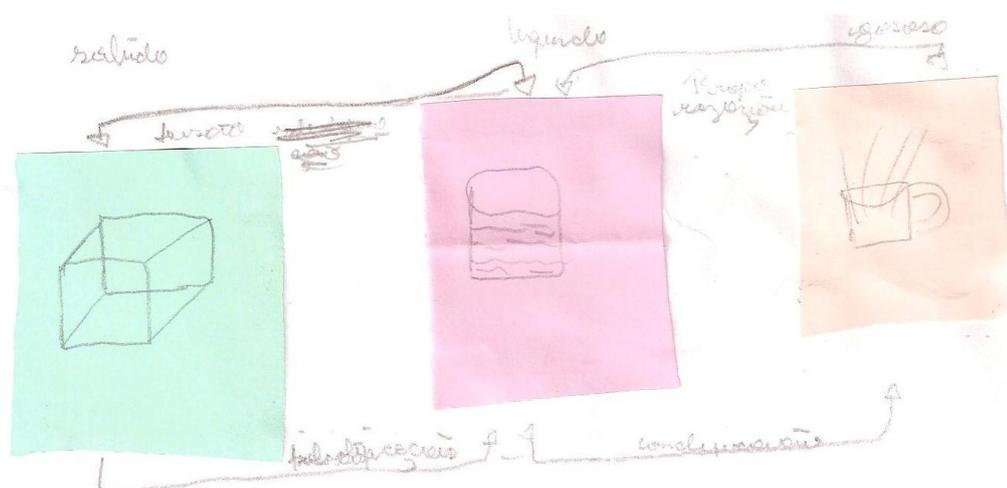


Figura 16: Desenho representativo de mudanças de estado- Aluna B.

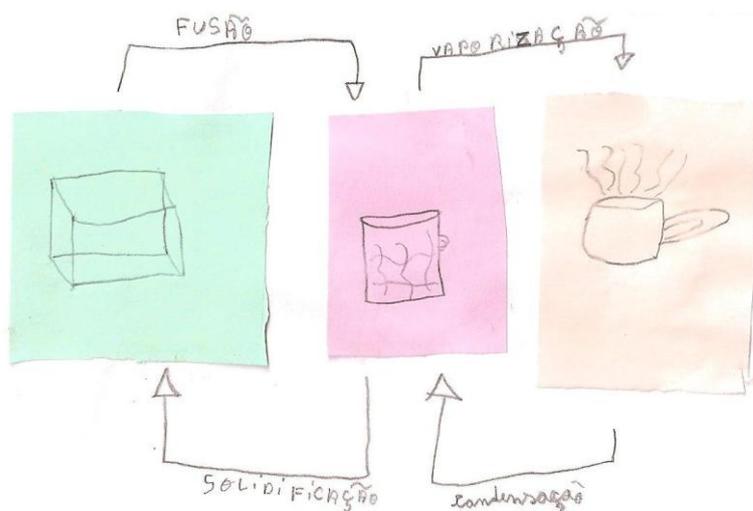
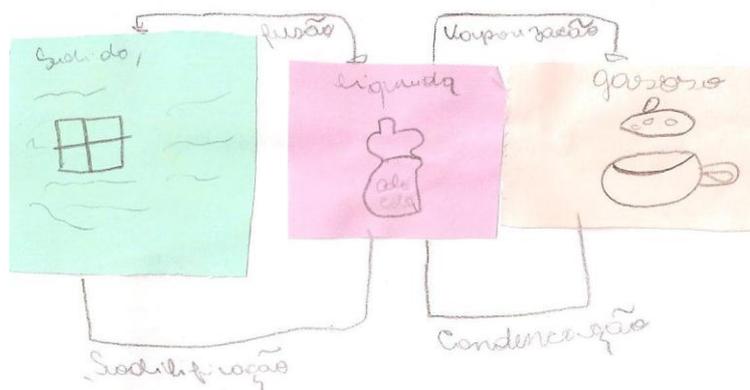


Figura 17: Desenho representativo de mudanças de estado- Aluna C.



Através dos desenhos é possível perceber que eles ilustraram o que foi vivenciado durante as atividades; como o cubo de gelo, a água líquida no copo e a panela com água fervendo. Os desenhos foram feitos individualmente, pois, segundo a professora Andréa, era inviável fazer atividades em grupo. Assim, os modelos construídos não foram socializados entre os alunos, o que impediu a vivência dos alunos de uma etapa importante do processo de modelagem; a socialização. Nota-se que os alunos produziram esquemas semelhantes aos que apresentamos durante as aulas de ciências, pois esse foi apresentado a eles e discutido pela professora em sala de aula. Não apresentaremos os outros desenhos e os outros resultados das atividades da professora, visto serem semelhantes a esses que foram apresentados e muitos alunos não alcançaram os objetivos das atividades. Quais motivos levaram ao insucesso dessas atividades? Na tentativa de respostas a essa pergunta trouxemos algumas constatações da própria professora após a aplicação das atividades. A percepção dela sobre a estratégia de modelagem:

*No começo, foi muito difícil essa abordagem, pois para entender modelo e modelagem da ciência, no sentido educacional, para nós, professores, é muito complicado. Imagine para uma criança na faixa etária de 10 a 11 anos. A turma também é muito agitada, todos conversam e não têm interesse pelos assuntos abordados na sala. Como essas experiências exigem um pouco de mais tempo na aula e também atenção de todos os alunos, foi muito difícil desenvolver as atividades propostas na turma e também em grupos.*

A professora expôs, com sinceridade, o seu sentimento após vivenciar todo o processo. Ela teve dificuldades em compreender a estratégia de modelagem e o que são modelos no ensino de Ciências. Assim, para uma criança, seria mais difícil

ainda essa compreensão. Vimos que ela não apresentou conhecimento suficiente para preparação de suas atividades; uma lacuna não foi preenchida. Como seria possível, assim, o desenvolvimento de atividades com seus alunos sem a compreensão por ela dos objetivos, dos modelos e da modelagem para o ensino de Ciências? Possivelmente, um tempo maior para discussão dos tópicos referentes à modelagem e um acompanhamento constante dos professores levasse a um projeto mais eficiente. A dificuldade que tivemos foi em realizar os encontros com os professores que nem sempre possuíam tempo disponível durante a semana e a falta de hábito de leitura dos textos, o que melhoraria a compreensão. Poderíamos omitir, neste trabalho, as falhas, as dificuldades, o insucesso das estratégias. Mas aprender é um processo e não acontece de forma imediata. Assim como os professores estão em fase de aprendizagem, nós também estamos gerando uma proposta de um curso para professores e aprendendo a refletir sobre o caminho percorrido. Como nosso curso já menciona, é uma formação contínua e por ter essa característica, não fechamos, aqui, nossos trabalhos. Consideramos um ponto de partida para outros cursos que se estenderão daqui para frente. E, para encerrar nossa análise, a professora Andréa propôs sugestões:

*As aulas de ciências ficavam repetitivas, porém se tornaram dinâmicas para os alunos. Eles aprenderam bastante sobre o assunto, só que essas atividades seriam mais interessantes para turmas com a quantidade de alunos menores. Percebi que a grande dificuldade encontrada foi dominar a turma nos momentos das experiências, devido à quantidade de alunos que era 35 alunos. Essas atividades seriam interessantes realizar em turmas com no máximo 25 alunos.*

Para professora, o número de alunos dificultava a realização das atividades. Ela relata, no trecho anterior, que os alunos eram agitados e conversavam todos ao mesmo tempo, assim não era possível, segundo ela, “dominar” a turma. Um problema comum nas escolas públicas atualmente; o excesso de alunos em sala de aula, o que atrapalha o bom desenvolvimento das atividades e aprendizagem dos alunos. No contexto, aqui apresentado a situação se torna mais delicada, pois são alunos na faixa de 10 a 11 anos, que ainda possuem pouca autonomia e exigem uma dedicação maior por parte do professor. A professora Andréa ressaltou outro problema na escola; a sua sala era pequena para o número de alunos atendidos. Temos vários relatos, aqui no referencial teórico desta pesquisa, que as atividades de modelagem foram desenvolvidas em situações regulares de ensino, mas

sabemos que o público era de alunos do Ensino Médio. A professora traz, aqui, aluno de Séries Iniciais do quarto ano do Ensino Fundamental. Organizar os alunos em grupos, possivelmente, foi um desafio para ela e para eles que não estão habituados a essa forma de organização. É preciso uma inserção gradual dos alunos a esse formato; o trabalho em equipe. Uma mudança pontual como foi a dela, possivelmente, não traria os resultados esperados. Uma de suas preocupações na aplicação foi essa, ela me disse que os alunos não sabem trabalhar em equipe, por isso era inviável organizá-los dessa forma. Percebemos, com esses resultados, que a formação de professores envolve vários aspectos como as estratégias usadas pelo professor; suas concepções de ensino e aprendizagem; relacionamento professor aluno. A mudança da prática docente ocorre aos poucos se o docente sentir que é necessário. Possivelmente não houve uma mudança, mas houve reflexão da professora sobre seu trabalho. A sua reflexão é o início de uma mudança posterior. Ao final de sua fala, a professora Andréa coloca que “as aulas de ciências ficavam repetitivas, porém se tornaram dinâmicas para os alunos”. Nesse trecho, temos uma importante reflexão dela sobre sua prática, as atividades por certo, alteraram sua postura como docente.

Para que houvesse uma reflexão mais consistente da Andréa era importante oferecer espaços, durante o curso, para trocas de experiências entre os docentes sobre as estratégias aplicadas, o que não foi feito devido ao curto tempo que tivemos ao final. Esses resultados são evidenciados por Figueirêdo (2008). Segundo ela, em seu curso, os professores de Ensino Médio observaram e analisaram suas próprias aulas, discutindo os resultados com os colegas, isso favoreceu uma reflexão sobre ação, contribuindo para consolidação de conhecimentos. Sua pesquisa também foi fundamentada na modelagem e usou a colaboração.

Além das professoras, Joana e Andréa, analisadas aqui, há outra professora que participou da elaboração do projeto, fazendo atividades para educação infantil. Os resultados dela não serão expostos aqui, pois nosso objetivo foi formação de professores para as primeiras séries do Ensino Fundamental.

#### 4.10. Identificando os Conhecimentos da Professora, Márcia, Incorporados em sua Prática Pedagógica

A professora Márcia<sup>23</sup> trabalha com séries iniciais há 12 anos. É a docente com maior tempo de magistério participante do curso. Não possui o curso de Pedagogia, somente o de Magistério. É licenciada em Geografia, mas não atua como docente na área. Atualmente, ministra aula pela manhã para alunos do quinto ano do Ensino Fundamental. Possui 23 alunos. Dentre eles, três são alunos com necessidades especiais. Sua turma tem um número de alunos menor que o caso citado anteriormente, da professora Andréa. Ela nos disse que o motivo disso era por que o Município adotou uma medida que turmas com alunos inclusivos devem ter o número de alunos reduzidos. A professora Márcia é uma profissional que se considera autônoma em sua escola, o que pode ser observado no trecho a seguir:

*Desde o primeiro ano, desde G5 já traz ciências. Só que eu faço minhas adaptações. Porque o currículo que chega na minha escola eles impõe. Eles não deixam o professor trabalhar. Cada bairro é uma realidade. Porque seu eu trabalho aqui no centro com meus alunos a realidade é uma se eu trabalho lá na escola X a realidade é outra. Eles deveriam dar essa oportunidade para o professor sentar e fazer essa adaptação curricular, ou seja, voltar aquele conteúdo, aqueles conteúdos que são importantes, mas de acordo com a realidade do nosso aluno não tem como eu trabalhar aqui dentro com um aluno da zona rural. (registro em áudio do terceiro encontro)*

A professora ressalta a dificuldade que ela tem de adaptação curricular. A escola geralmente “impõe” o currículo aos professores, mas ela não segue as recomendações da escola e adapta o currículo de acordo com a realidade dos alunos. Ela reforça sua posição como podemos ver a seguir:

*Eu brigo. Eu sou considerada a “Maria cricri” (risos). Eu falo mesmo, eu não vou trabalhar. Eu vou adaptar a idade dos meus alunos. Eu falo, e se alguém lá do pedagógico me questionar, manda falar comigo. Que eu mesma resolvo. Não precisa vocês da direção, do grupo gestor ter medo, eu vou trabalhar o currículo, mas da minha forma. Se eles questionarem alguma coisa pede pra vir conversar aqui comigo. Pela escola que eu trabalho o grupo gestor dá autonomia muito grande pra gente trabalhar da forma que a*

<sup>23</sup> O nome Márcia é fictício. Foi substituído o código P9 usado ao longo do texto por Márcia para dar mais identidade à professora.

*gente quer, a gente vê a realidade dos alunos. (registro em áudio do terceiro encontro)*

A professora, novamente, ressalta sua autonomia para trabalhar os conteúdos em sala de aula. Ela considera relevante que esses conteúdos façam parte da realidade dos alunos e não desvinculados dela. Essa postura se destacou, pois durante a elaboração do projeto percebemos a flexibilidade com tempo que ela tinha para desenvolver com os alunos a estratégia. Não observamos nenhum projeto sendo desenvolvido no período. Situação diferente da apresentada com as docentes anteriores. Na escola da professora Joana e da Andréa havia projetos do Ministério da Educação e da própria escola para desenvolvimento no período em que o projeto delas estava sendo desenvolvido. Em alguns momentos, as professoras mostravam caixas de materiais didáticos com projetos vindos do MEC que deveriam ser aplicados, chamando atenção para cobrança com relação ao desenvolvimento das atividades em sala de aula. Possivelmente, o tempo maior no planejamento das atividades fez a professora Márcia apresentar resultados um pouco mais sólidos que as outras professoras com relação à modelagem.

A docente tem uma preocupação, também, com o resultado dos alunos em provas avaliativas, elaboradas pelo Ministério da Educação e pelo Município:

*Mas como eu já trabalho com meus alunos desde o terceiro ano visando provinha Brasil, Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), os meus meninos destacaram na prova diagnóstica. Meu Deus! Isso não dá pro aluno do primeiro ano responder! Mas por que eu já cobro, eu já arrocho porque eu já viso à interpretação. Porque gente, quando ele chegar lá, for fazer um concurso, um vestibular ela precisa da interpretação. Então eu já arrocho mesmo os meus meninos. (Registro em áudio do terceiro encontro)*

O projeto da professora Márcia é apresentado em anexo (C). Todos os resultados apresentados, aqui, foram obtidos do portfólio produzido pela professora e de uma conversa com a ela, após aplicação do projeto. A professora gravou uma de suas aulas que foi a apresentação dos alunos e ela faria a filmagem das aulas o que não foi possível, porque a filmadora que ela usaria, da Secretaria de Educação, estava sendo usada para outro projeto. Analisando o projeto, observa-se uma preocupação da docente para que os alunos vivenciassem as etapas do processo de tratamento de água na elaboração dos modelos. Segundo ela, com a visita à Estação de Tratamento de Esgoto (ETA), os alunos:

*Os alunos pesquisaram, perguntavam, questionavam o rapaz que “tava” dando a palestra. Ele virou até professor. Começou a questionar a importância da água como que era cada etapa como é que fazia cada etapa. Quais eram os procedimentos. Porque ali, ele levou os alunos em cada uma das etapas; floculação, decantação. Levou lá no rio que é onde passa. Os alunos adoraram.*

A professora percebeu que a visita permitiu que os alunos observassem mais de perto quais eram as etapas pelas quais a água passava para ser tratada e como os processos ocorriam na ETA. Ela ressaltou, também, as contribuições da visita à ETA:

*Se não tivesse feito a visita, só por eu explicar, só por eu mostrar por cartazes, ou pela música eles não conseguiriam fazer totalmente os modelos e relatar em certas etapas só pela explicação oral, ou só por cartazes. Com a prática, com a vivência deles lá na visita, eles conseguiram absorver mais, ter uma visualização, ou seja, o concreto né? Não só ficou no abstrato. Eles tiveram a vivência lá, puderam questionar, puderam perguntar, puderam observar e olhar as dúvidas. Eles iam perguntando, questionando, ou seja, eles tiveram um aproveitamento melhor e com isso, eles puderam passar melhor os modelos, fazer os relatórios por modelos e modelagem, ou seja, pela visita, pela observação.*

Assim, fazendo uma comparação com diagrama de modelo de modelagem era necessário “ter experiências com o ‘alvo’” para que os alunos criassem seus modelos em sala de aula. A visita à ETA permitiu essa experiência e a vivência, o que favoreceu a construção dos modelos. A aula expositiva não daria esse apoio ao aluno na construção do modelo. A professora, também, ressaltou a mudança que ocorreu com os alunos com o projeto:

*E com esse projeto eu observei que os alunos têm mais interesse em estudar, eles tiveram mais interesse no aprendizado. Eu mostrei pra eles o projeto, eu expliquei para que estava sendo feito e por que estava sendo feito. Eles tiveram o interesse, a empolgação. Eu falei que eu ia levar eles, tirar eles da escola, levar eles para visitar à ETA. Eles tiveram a empolgação, os pais também tiveram a participação porque eu mandei a autorização, né? Porque eu não posso colocar eles dentro do transporte e levar. Os pais me ligavam e me perguntavam como que ia ser o projeto, então, os pais também tiveram o interesse, a participação no projeto.*

Uma das queixas de vários professores, atualmente, é desmotivação dos alunos em aprender. A professora Márcia observou o contrário, que os alunos

tiveram interesse em aprender, em estudar com o projeto desenvolvido. Ela teve também o apoio dos pais dos alunos durante todo o processo para visita à ETA, o que contribuiu também para aprendizagem deles. Após aplicação do projeto, questionei-a sobre como foi trabalhar conceitos químicos com a turma de quinto ano, se houve dificuldades. Sua análise foi:

*No início, eu tive principalmente a parte da química. Porque assim nós, professores, já tínhamos trabalhado, mas muitas vezes não sabia que era a química, mas era algo novo e tudo que é novo dá um medo. Igual o projeto, medo porque meus alunos nunca tinham saído da escola pra longe. Sempre aqui, na Prefeitura, algum projeto da Secretaria, apresentação, hora cívica, ia lá e voltava. Ou seja, eu nunca tinha tirado meus alunos pra levar pro passeio em relação a conteúdo, ou seja, o medo no início. Assim quando eu comecei a elaborar, aí até mandei pra você. Será que é bom levar eles pra visita na ETA? Será que vai dar certo? Será que eles vão compreender? Será que eles vão comportar? Será que eles não vão mexer em tudo? Será que a curiosidade não vai alavancar? Ou seja, dava um medo, mas depois da elaboração, levei e parece que aluno fora de escola comporta mais que dentro de sala (risos). Aí, esse projeto, aí, foi alavancando. A dificuldade foi no início, mas depois que eu comecei a trabalhar com o grupo com a participação dos alunos foi melhorando, ou seja, o receio foi passando e medo também foi passando.*

A docente revela, em sua fala, o medo trazido por ela com relação aos alunos. O controle, o domínio que poderia ser perdido ao sair da escola. No entanto, ela se surpreendeu com eles, pois tiveram um comportamento diferente do esperado. O medo, sentido por ela, é o mesmo demonstrado por nós, professores, quando nos propomos mudar de estratégia. É difícil sair da situação cômoda de sala de aula, onde detemos um aparente “controle” da turma, ter a mesma forma de agir passa mais segurança, pois sabemos o que pode acontecer naquela situação. Como diz Fernando Pessoa “Navegar é preciso, viver não é preciso”. A vida nem sempre é precisa, há incertezas. Assim também o “ser” professor exige de nós arriscarmos no incerto, na imprecisão, quando elaboramos novas estratégias e ideias para aprendizagem de um conteúdo.

Como a Márcia não esteve presente no último encontro presencial do curso, questionei-a sobre o que ela, atualmente, entendia por modelo e por modelagem naquele momento:

**Pesquisadora:** *E hoje, o que você entende por modelo?*

**Márcia:** *É a criação de muitas vezes algum conteúdo, algum aprendizado, ou seja, é o que eu posso criar e mostrar pro meus alunos. Não pegar prontinho... Pegar algo pronto e entregar. Ou seja, colocar pra eles criarem, observarem, pesquisarem se torna um modelo daquele conteúdo que nós estamos trabalhando.*

**Pesquisadora:** *O que você entende por modelagem?*

**Márcia:** *Modelo é o que os alunos observaram. Aqueles procedimentos, aquelas etapas e foram passadas de cada transformação até que a água chegue à sua casa, ou seja, todas as etapas. Pra mim, aquilo é um modelo e também modelagem.*

Percebemos que ela indicou o modelo como uma criação e não como algo pronto na natureza. Houve uma modificação do seu pensamento, o que demonstra que ela já pensa em modelo como construção humana. Ela reforça seu entendimento, quando traz um exemplo de modelo:

*Por exemplo, meio ambiente. As partes das plantas, aquele processo todinho, por exemplo, da alimentação da planta, ou seja, que começa da raiz vai pelo caule. Todo aquele processo eu poderia trabalhar com eles como modelo. O processo da fotossíntese eu poderia trabalhar um modelo.*

A professora evidenciou um exemplo de um “processo”; a fotossíntese. O que indica que ela compreendeu o conceito de modelo, que pode ser definido como: “uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos” (FERREIRA; JUSTI 2008<sup>24</sup>, p.32). O pensamento dela também pode ser reflexo da discussão que tivemos sobre modelos no terceiro e quarto encontros, quando os professores analisaram diferentes sistemas e identificaram como modelos ou não. E um dos sistemas apresentados para análise era uma imagem com o processo envolvido na fotossíntese. Quando questionada sobre sua percepção em relação à aprendizagem dos alunos do tema, ela disse:

*Nesse projeto foi pela exposição oral deles na sala e também o relatório. Eu dei uma lida pelo relatório, também eu dei uma observada. Eles aprenderam modelos e modelagens, de cópia de produção de aquilo que eles estão copiando. Ou seja, pelo relatório e pela exposição oral deles.*

<sup>24</sup> GILBERT, J.K.; BOULTER, C. J. Stretching models too far. Annual Meeting of the American Educational Research Association. Anais...San Francisco. *Apud* Ferreira e Justi (2008).

A partir dos conhecimentos apresentados pela professora com relação a modelo e modelagem apresentaremos, da mesma forma, o que foi feito com os outros professores - uma tabela com categorias sobre natureza e o uso dos modelos.

Tabela 5- Concepções sobre modelos da professora Márcia, após o curso.

Concepções sobre modelos da professora Márcia, após o curso.	
Categorias e subcategorias	Márcia
<b>NATUREZA</b>	—
i) Representação parcial da realidade.	
ii) Representação de um processo.	X
iii) Resultado de uma construção.	X
<b>USO</b>	
i) Favorecer a compreensão de conceitos.	X

Na tabela 1, antes do curso, ela considera modelo como uma reprodução ou representação em proporção menor da realidade, estando no nível de compreensão 1 sobre modelos. De acordo com a tabela 5, a professora Márcia apresenta um conceito de modelo como representação de um processo e como uma construção, porém não mostra outros conhecimentos sobre modelos. No entanto, ela não vê ainda o modelo como uma representação de uma ideia sobre a realidade. O que evidencia que ela ainda está no nível 2 de compreensão sobre modelos.

Com relação à aprendizagem dos alunos sobre o conteúdo, extraímos, a seguir, alguns trechos dos relatórios deles referentes a cada etapa do tratamento de água:

*A etapa de decantação consiste na remoção partículas em suspensão mais densas que a água por ação da gravidade. As partículas mais densas que a água irão se depositar no fundo do decantado. E a filtração é a retenção de partículas sólidas por meio de membranas ou leitos porosos. Na ETA, utilizam filtros de carvão ativado, areia e cascalho. Para o funcionamento dos filtros é necessária a realização de dois controles. (Grupo A)*

*Observamos que a água entra na ETA de forma natural e nos tanques ocorre coagulação, recebendo uma determinada quantidade de sulfato de alumínio. Mas o que é mesmo coagulação? É quando a água na sua forma natural (bruta) entra na ETA, ela recebe, nos tanques, uma determinada quantidade de sulfato de alumínio. Esta substância serve para*

*aglomerar (juntar) partículas sólidas que se encontram na água como, por exemplo, argila. (Grupo B)*

*Como ocorre a desinfecção? É aplicando na água cloro ou ozônio para eliminar micro-organismos causadores de doenças. A cloração consiste na desinfecção das águas através da utilização de cloro gasoso (ETA), ou hipoclorito de sódio (poços). A fluoretação é a aplicação de flúor na água para prevenir a formação de cárie dentária. (Grupo C)*

*Para corrigir o pH é aplicada na água uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Esse procedimento serve para corrigir o pH da água e preservar a rede de encanamento de distribuição. (Grupo D)*

A partir dos relatórios, percebemos que os alunos apresentaram modelos adequados para cada etapa do tratamento de água. Observamos, também, o uso de uma linguagem técnica para explicação dos processos. Essa forma de escrita se deve também à pesquisa e à visita que os alunos fizeram à ETA, o que permitiu a elaboração de modelos mais rebuscados. Mas, principalmente, notamos que vários trechos dos relatórios são resumos de sites da Internet. Promover um ensino que leve o aluno à reflexão crítica do conteúdo que está sendo estudado é um dos objetivos da modelagem. Percebemos que o ensino ainda permanece baseado na memorização de conceitos ou processos que nem sempre evidenciam a compreensão efetiva do conteúdo pelo aluno.

Para finalizar, questionamos a opinião da docente após participação no curso em relação a sua formação e expectativas iniciais:

*Eu acho que correspondeu e teve um avanço maior, ou seja, a aprendizagem. O aprender ter mais consciência, mais habilidade de trabalhar ciências na sala, mas com o curso eu tive um aprendizado maior, ou seja, eu posso vivenciar passar os conteúdos melhores, ou seja, modificar minha aula, trabalhar novas formas, novos projetos com meus alunos, ou seja, para elevar mais o aprendizado deles, ou seja, com o curso eu tive um avanço maior no meu aprendizado.*

O curso correspondeu às expectativas da docente no momento que lhe permitiu “modificar” suas aulas. Nosso objetivo inicial foi, principalmente, provocar mudanças e reflexões nos professores sobre sua prática docente. Não podemos afirmar que essa mudança foi plena na docente Márcia, pois mudanças são graduais, principalmente, quando observamos práticas ainda tradicionais entre os professores, tais como fazer relatórios para avaliação dos alunos em uma visita na ETA, apresentações orais sem discussão pelos alunos do que foi feito. Até mesmo

em sua fala, Márcia coloca “passar os conteúdos melhores”, metodologia de transmissão e recepção passiva pelo aluno. A modelagem tem o propósito, também, de romper com a passividade do aluno, deixando-o como “sujeito ativo do seu próprio processo de construção do conhecimento, engajado em atividades que propiciem a reflexão crítica sobre o objeto em estudo e, conseqüentemente, uma aprendizagem significativa.” (FERREIRA; JUSTI 2005, p.3).

Essa “construção”, elucidada pela professora na sua avaliação no portfólio:

*Com o curso de modelo e modelagens alcancei um aprendizado para trabalhar ciências com os meus alunos, levando eles a serem construtivos, mostrando para eles que a ciência não é um conteúdo pronto, que o professor chega e trabalha.*

Na sua fala, Márcia compreende que o conhecimento científico é resultado de uma construção assim como devem ser as atividades de modelagem no ensino. Que promovam uma aprendizagem na qual o aluno participe da construção do conhecimento semelhante ao que o cientista desempenha durante sua pesquisa. No entanto, ainda há muito que se caminhar com os docentes para que essa concepção seja refletida em sua prática docente, uma mudança de “dentro pra fora”.

## **Considerações para um Novo Começo**

Retomando nosso objetivo inicial, propomos desenvolver um curso de formação continuada para professores de Séries Iniciais do Ensino Fundamental em cidade situada no Entorno do Distrito Federal. Nossa questão de pesquisa foi: Como o desenvolvimento de atividades de modelos/modelagem, no contexto da formação continuada de professores de Ciências das Séries Iniciais, pode contribuir para a compreensão do papel dos modelos e da modelagem na prática científica e na prática docente, na perspectiva da aprendizagem de conceitos químicos por parte de seus alunos?

Durante a construção e o desenvolvimento dessa proposta nos apoiamos em moldes do processo formativo colaborativo, na perspectiva de que os interesses e anseios fossem comuns a nós e aos professores participantes da pesquisa. Nosso propósito com o curso de formação continuada não foi impor e nem oferecer soluções inovadoras para o Ensino de Ciências nas Séries Iniciais, mas trabalhar em parceria com os professores, conhecendo sua realidade de sala de aula, suas dificuldades quanto à abordagem dos conteúdos de Ciências, suas perspectivas em relação à proposta que foi apresentada, refletindo com eles como o ensino fundamentado na modelagem pode ser inserido nas Séries Iniciais e quais as contribuições que ele pode oferecer para a aprendizagem dos alunos. Inicialmente o desafio foi constituir o grupo de professores e motivar a sua permanência, principalmente, pela dificuldade deles em frequentar os encontros, pois são profissionais que não residem no local em que trabalham, dependem de transporte público, possuem uma carga horária semanal de trabalho extensa. Realidade vivenciada por tantos outros professores em todo o Brasil. No entanto, apesar das dificuldades, o grupo foi se fortalecendo ao longo dos meses em que o curso acontecia.

Durante o curso, veio a confirmação de alguns problemas apontados pela literatura, dentre eles, a dificuldade dos professores que atuam nas Séries Iniciais em abordar conteúdos de ciências (OLIVEIRA; BASTOS, 2007; LIMA; MAUÉS, 2006). Alguns professores relataram que desconheciam a presença da Química nas Séries Iniciais.

A partir disso, deparamos com um novo desafio – possivelmente esperado – os docentes não dominavam conceitos da Química. Quais atividades e que conteúdos poderíamos trabalhar com eles, considerando esse contexto? Durante nossas discussões, conversas sobre experiências de sala de aula alguns conceitos científicos e/ou concepções alternativas, as quais envolviam química emergiam do grupo. Logo, poderíamos usá-los em nossas atividades relacionadas à modelagem. Assim, nossas atividades foram construídas a partir de nossas percepções e das vozes dos professores. Durante cinco meses nos dividimos entre encontros presenciais aos sábados e depois, encontros no campo de trabalho dos professores, quando as relações se estreitaram.

Para que nosso objetivo fosse alcançado, era preciso que os docentes compreendessem modelos e como as atividades de modelagem seriam conduzidas em sala de aula. Segundo Ferreira e Justi (2005), os professores só irão conduzir as atividades de modelagem em sala de aula, satisfatoriamente, se eles compreenderem a função dos modelos na Ciência, sendo relevante encorajá-los a desenvolver o conhecimento sobre modelos e modelagem. Durante o curso, etapas do processo de modelagem foram vivenciadas, como a socialização dos modelos e a criação de modelos mentais e expressos. E aspectos associados à prática científica foram observados pelos professores: a transitoriedade do conhecimento científico; a construção social do conhecimento; a comunicação de ideias por meio dos modelos. No entanto, sentimos que alguns aspectos, tais como, testes e reformulação dos modelos, suas limitações e abrangência, não foram discutidos. As nossas atividades não favoreceram a discussão desses aspectos. No entanto, todos os professores conseguiram elevar o seu nível de compreensão sobre o conceito de modelo. A maioria deles possui um nível 2 de compreensão e um dos docentes, o P2, possui um nível 2 de compreensão com algumas características do nível 3. O que evidencia que o curso conseguiu que os professores tivessem uma mudança em suas concepções para outras mais adequadas. Inicialmente suas concepções concentravam-se no nível 1 de compreensão. Assim, em cursos futuros é necessário um enfoque maior nas outras etapas do processo de modelagem como a fase de testes e de avaliação dos modelos importantes para compreensão de como os cientistas constroem modelos. Observamos também que os professores não tinham um tempo de estudo semanal reservado para leitura de artigos que indicávamos, o que também prejudicou uma compreensão mais consistente do assunto. Esse pouco

tempo foi apontado também por Figueirêdo (2008). Segundo a pesquisadora os professores disseram ter pouco tempo disponível para “aprender e aplicar novas propostas”. (p.86). É importante, também, em cursos futuros a disponibilização de encontros, para que os docentes discutam as estratégias desenvolvidas por eles em seus contextos de ensino, expondo suas dúvidas e esclarecendo-as. Segundo Figueirêdo (2008), o compartilhamento de ideias e inovações pode promover melhoria no processo ensino-aprendizagem. O que ocorreu na pesquisa dela, possibilitando assim o alcance do objetivo “aprender ciências”.

Após o curso presencial, os docentes levaram seus conhecimentos para os contextos de ensino vivenciados em cada realidade. Nesta dissertação apresentamos os resultados de dois projetos. Um deles desenvolvido por três professoras que trabalhavam em uma mesma escola da região com o tema “Mudanças dos Estados Físicos da Água e sua Função” e outro, desenvolvido por uma docente, com o tema “Importância da Água”, em destaque o processo de tratamento de água. Analisando o projeto da professora Joana, observamos que suas atividades favoreceram a construção de modelos pelos alunos, demonstrando que eles compreenderam o conteúdo, mas ela não discutiu aspectos da natureza e função dos modelos na Ciência com eles. Talvez essa discussão também não fosse apropriada a essa faixa etária, o que foi até ressaltado pela docente. É preciso mais pesquisas que tragam resultados de como a modelagem deve ser conduzida nas Séries Iniciais e quais aspectos devem ser abordados ou não, em sala de aula, sobre modelos e modelagem. Ainda existem algumas dificuldades dos professores nesse nível de ensino com a prática de modelagem. Segundo Acher *et alii* (2007),

Uma das principais dificuldades na dinâmica da prática de modelagem nos primeiros anos depende das habilidades dos professores de selecionar ideias fundamentais do modelo consensual científico e estabelecer correspondências com as ideias expressas pelos alunos em suas representações. (p. 416)

A professora Márcia, com seu projeto sobre o tratamento de água, evidenciou um conhecimento mais sólido sobre modelos, referindo-se ao conceito como resultado de uma construção e, segundo ela, deixando claro aos alunos que o modelo não é uma “cópia” da realidade. Além disso, percebemos que ela identificava, satisfatoriamente, modelos de ensino os quais usava em sala de aula, como o processo da fotossíntese, o processo de tratamento de água em uma estação. Esse conhecimento, também, foi observado na professora Andréa, quando

apresentou aos alunos o modelo de ensino comumente usado no livro didático sobre as mudanças de estado físico.

Mesmo apresentando um discurso coerente, ao falar de modelos e modelagem, percebemos que seu conhecimento em alguns momentos, era um reflexo em sua prática pedagógica. Os alunos criaram modelos com uma linguagem científica rebuscada o que demonstrou mais uma memorização de processos que uma reflexão sobre eles. Constatamos, assim, que a incorporação de novas estratégias não ocorre de forma imediata. Possivelmente, uma discussão mais prolongada e aprofundada dos fundamentos da modelagem e de seus objetivos para o ensino de Ciências poderia evidenciar resultados mais consistentes que os apresentados aqui.

Não podemos afirmar que esses resultados refletem que a modelagem não possa ser adaptada nesse nível de ensino. Pelo contrário, estamos sujeitos às dificuldades, falhas pelo caminho e elas servem de reflexão para nós, enquanto formadores de professores, para reformulações de cursos posteriores e para indicação de novos questionamentos. Deixamos aqui, nossa percepção de que há várias especificidades, quando se trata de um grupo de professores de Séries Iniciais. São profissionais com formação em Magistério e/ou Pedagogia que, em sua maioria, relatam a dificuldade em trabalhar Ciências nas Séries Iniciais, principalmente, quando se trata da ciência Química. Não possuem materiais didáticos adequados a esse nível de ensino. Há uma dificuldade de adaptação de experimentos e atividades para os alunos. Com a exigência pelo Ministério da Educação de um Ensino Fundamental de nove anos, o primeiro ano foi acrescentado e não incorporado, pois nem os professores e/ou gestores sabem “o quê” e “como” ensinar para esses alunos, o que dificulta ainda mais o trabalho desses profissionais. O currículo somente foi dividido em conteúdos no corrente ano, o que dificultou até mesmo a seleção de conteúdos, por exemplo, pela professora Joana para elaboração de seu projeto.

Para cursos de formação continuada que venham a ser desenvolvidos posteriormente por nós e por aqueles que se interessem por essa área de pesquisa é importante um acompanhamento dos professores nas escolas onde trabalham e durante o curso, para que a parceria com eles seja estreitada e fortalecida. Possivelmente, a oferta do curso, em uma escola específica, permita uma integração mais efetiva entre os professores e o desenvolvimento de projetos de intervenção

com resultados positivos. No nosso contexto específico, isso pode ser vivenciado no projeto “Mudanças de estados da água”. Três professoras se envolveram e propuseram este projeto. Segundo Pimenta (2002, p. 44), para que haja uma reflexão da prática docente nos espaços escolares é preciso “instaurar na escola uma cultura de análise de suas práticas, a partir de problematização das mesmas e da realização de projetos coletivos de investigação, com a colaboração da universidade”. Os projetos coletivos foram instaurados pelas professoras, mas sentimos que, durante sua elaboração e execução, os desafios eram muitos. A professora Joana, por exemplo, colocava seu sentimento de angústia em relação a não poder se dedicar ao projeto dela, pois no mesmo período havia outros vindos do Ministério da Educação e da escola para serem executados por ela. Segundo ela, era preciso aplicá-los o quanto antes, porque técnicos voltariam à escola para avaliar o que ela tinha feito em sua turma. Como oferecer uma formação contínua ao professor que não tem espaço dentro de sua própria escola como campo de investigação e produção de saberes? Para responder a esse questionamento trazemos a fala de Pimenta (2002) que revela possibilidades dentro da perspectiva de professor reflexivo:

[...] estamos nos referindo a uma política de formação e exercício docente que valoriza os professores e as escolas como capazes de pensar, de articular os saberes científicos, pedagógicos e da experiência na construção e na proposição das transformações necessárias às práticas escolares e às formas de organização dos espaços de ensinar e de aprender, comprometidos com um ensino com resultados de qualidade social para todas as crianças e jovens. Os professores e as escolas não são considerados, portanto, como meros executores e cumpridores de decisões técnicas e burocráticas gestadas de fora. (p.44)

Os professores não podem ser esses “meros executores e cumpridores de decisões técnicas”. Projetos, programas educacionais vindos de fora não conhecem a realidade e a necessidade desses professores e assim, não trarão soluções imediatas para uma educação de qualidade. Temos que dar voz e vez aos professores para que se tornem investigadores de sua própria prática e produtores de saberes dentro de sua escola. Além disso, é preciso estabelecer uma maior aceitação das escolas às práticas de ensino inovadoras. É o que indica o estudo de Figueirêdo (2008). Segundo a pesquisadora, os professores de Ensino Médio ressaltaram como aspecto limitante para mudança na prática docente a “resistência das escolas às práticas de ensino inovadoras, possivelmente associadas a um

desconhecimento dos potenciais das mesmas”. (p. 215). Ela propõe que essa resistência seja superada com a difusão dos resultados das pesquisas junto a diretores e supervisores das escolas.

Não foi possível, aqui no nosso contexto, mas nossa perspectiva era que houvesse uma interação entre os professores após a aplicação do projeto, que esse fosse discutido e avaliado, entre os pares, para futuras reelaborações e adaptações com a melhoria do processo ensino- aprendizagem. Como coloca Ibiapina (2008), na pesquisa colaborativa, há o confronto de perspectivas e interpretações com várias explicações vindas de diversas vozes. As interpretações vindas das vozes dos professores, sobre o processo, não foram, aqui, incorporadas plenamente, o que traria uma solidez maior dos dados. A interação só pode ser evidenciada na escola, onde as professoras, Joana e Andréa, trabalhavam. A terceira docente, Márcia, decidiu elaborar seu projeto, sozinha, em sua escola. No entanto, percebemos até mesmo entre as professoras o anseio de conhecer como foi o projeto elaborado pela colega na outra escola. A seguir, deixaremos sugestões para futuros cursos colaborativos de formação continuada.

## Sugestões para Futuras Parcerias

Para cursos de formação continuada que venham a ser desenvolvidos, posteriormente, por nós e por aqueles que se interessarem por essa área de pesquisa, é importante:

- Um acompanhamento dos professores nas escolas, em que trabalham para que a parceria com eles seja estreitada e fortalecida. Com a oferta do curso em uma escola específica, permitindo uma integração mais efetiva entre os professores. Segundo Pimenta (2002, p. 44) para que haja uma reflexão da prática docente, nos espaços escolares, é preciso “instaurar na escola uma cultura de análise de suas práticas, a partir de problematização das mesmas e da realização de projetos coletivos de investigação, com a colaboração da universidade”. Acreditamos que, assim, é possível a realização de projetos coletivos mais eficazes;
- Aproximação com gestores da escola para que outros projetos não necessitem ser interrompidos ou impeçam a execução do seu projeto;
- Negociação com professores e gestores de espaços para formação docente. Usando, por exemplo, a coordenação que, na nossa realidade, não estava presente. Os professores têm horários individuais que são feitos durante a folga deles e sem remuneração.
- Incorporação das vozes dos professores na interpretação dos resultados, com reflexão entre os pares. Ibiapina (2008) coloca que, na pesquisa colaborativa, há o confronto de perspectivas e interpretações com várias interpretações vindas de diversas vozes.
- Caso os espaços de coordenação não sejam disponibilizados para formação docente, organizar, dentro do próprio curso, horário de estudo para evitar que a falta de tempo impeça o prosseguimento pelo professor no curso.
- Fazer uma discussão mais profunda sobre quais conteúdos de química compõem o currículo e aqueles que podem ser inseridos nas Séries Iniciais, principalmente, junto aos gestores, técnicos de educação, superintendentes pedagógicos e professores que participam da reformulação dele, a cada ano.

E por fim, deixo aqui, minha percepção após essa experiência e a parceria com os professores. Essa experiência me trouxe amadurecimento pessoal e profissional. Percebi que limites e dificuldades serão encontrados pelo caminho, o que faremos

com eles depende de nós. Ou nós fugimos deles ou o encaramos e vamos à luta. Senti que tudo que construímos provém de uma coletividade e que a solidão não nos levará a lugar nenhum, precisamos do “outro” para construção de caminhos mais sólidos e fortalecidos. O “outro” nos oferece outras percepções, caminhos, reflexões que, sozinhos, não conseguimos. Entendi que, como já dizia o poeta, “Sonho que se sonha só/ é só um sonho que se sonha só/ mas sonho que se sonha junto é realidade”. Sonhe! No início o sonhar pode ser individual, mas alcançá-lo torna-se uma ação coletiva de muitos que um dia se dispuseram a caminhar para realização dele.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHER, A.; ARCÁ, M.; SAMMARTÍ, N. Modeling as a teaching learning process for understanding materials: a case study in primary education. *Science Education*, v. 91, n. 1, p. 398-418, 2007.

ANDRADE, A. F.; ARSIE, K. C.; CIONEK, O. M.; RUTES, V.P. B. A contribuição do desenho de observação no processo ensino- aprendizagem. 2007. Disponível em: [http://www.degraf.ufpr.br/artigos\\_graphica/ACONTRIBUICAODOSENHO.pdf](http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/ACONTRIBUICAODOSENHO.pdf). Acesso em: 28 de maio de 2013.

ARAÚJO, L. F.; TAVARES, H. M. A significação do desenho infantil e a percepção do professor. Disponível em: <<http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosn4v2/35-pos-grad.pdf>>. Acesso em: 12 outubro 2012.

ATHAYDE, B. C.; SAMAGAIA, R.; HAMBURGER, A. I.; HAMBURGER, E. W. ABC na educação científica/mão na massa-análise de ensino de ciências com experimentos na escola fundamental pública paulista. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, 2003, BAURU. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2003, p. 01- 10.

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

BELUSCI, H. T. Impasses na formação inicial de professores de ciências nas séries iniciais. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

BRAGA, C. M. D. S. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. 2010. 173 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. do A. A alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação- ação. **Revista Ciência e Educação**, v. 8, n. 01, p. 113-125, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Lei 9.394 de 20 de Dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Brasília, 1996.

CARVALHO, A. M. P.; ABRAHÃO, T. C; LOCATELLI, R. J. Cursos de formação continuada- contribuições de um estudo do pensamento dos professores. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, 2003, BAURU. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

CARVALHO, A. M. P; GONÇALVES, M. E. R. Uma investigação na formação continuada de professores: a reflexão sobre as aulas e a superação de obstáculos.

In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2, 1999, Valinhos-SP. **Anais do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Valinhos- SP: ABRAPEC, 1999, p. 1-14.

CARVALHO, L. S.; MARTINS, A. F. P. História da ciência na formação de professores das Séries Iniciais: uma proposta com quadrinhos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009, p. 1-12.

CASTRO, M. de. A escola normal revisitada: memórias de professoras do início do século XX. In: PEIXOTO, A. M. C.; PASSOS, M (Org.). **A escola e seus atores: educação e profissão docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005, 224 p.

CHASSOT, A.; VANQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M. De olho nos rótulos: compreendendo a unidade caloria. **Revista Química Nova na Escola**, n. 21, p. 10-13, 2005.

COSTA, P. P. Estudo do processo de co-construção de conhecimento em um contexto de ensino fundamentado em modelagem. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

CURVELO, A. A. da S.; MORI, R. C. Química para as séries iniciais da educação básica. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15, 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Brasília: ED/SBQ, 2010, p. 1-12.

DELIZOICOV, N. C; LOPES, A. R. L. V.; ALVES, E. B. D. Ciências naturais nas séries iniciais do ensino fundamental: características e demandas no ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, BAURU. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2005, p. 1- 10.

ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Revista Química Nova na Escola**, v. 3, n. 3, p. 15-18, 1996.

\_\_\_\_\_. Dimensão Empírico- teórica no processo ensino aprendizagem do conceito soluções no Ensino Médio. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

FARIA, A. G. V. Densidade x forças intermoleculares- Uma proposta de superação de um obstáculo epistemológico. Dissertação (Mestrado em Ensino), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

FERNANDES, R. C. A. Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências nas series iniciais da escolarização (1972-2005). Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FERREIRA, P. F. M. Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem. 2009. 239 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

\_\_\_\_\_. Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico. 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer ciência”. **Revista Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.

\_\_\_\_\_. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, BAURU. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2005, p.1-12.

FIGUEIREDO, K. L. **Formação continuada de professores de química buscando inovação, autonomia e colaboração**: análise do desenvolvimento de seus conhecimentos sobre modelagem a partir do envolvimento em pesquisa-ação em um grupo colaborativo. 2008. 232 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. V.; GOUVEIA, M. S. F. O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo: Atual, 1987, 124 p.

Fundação Carlos Chagas. Formação Continuada de Professores: uma análise das modalidades e das práticas em Estados e Municípios Brasileiros. Estudos e Pesquisas Educacionais. **Relatório final**. 2011.

GALAGOVSKY, L.; GIACOMO, M. A.; CASTELO, V. Modelos VS. Dibujos: El caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 1, p. 1-22, 2009.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J. (Eds.). *Developing models in science education*. Dordrecht: Kluwer, p. 3- 17, 2000.

GILBERT, K. J. Models and modelling: Routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, n. 2, p. 115-130, 2004.

GIOVANI, L. M. Do professor informante ao professor parceiro: Reflexões sobre o papel da universidade para o desenvolvimento profissional de professores e as mudanças na escola. **Cad. CEDES**. Campinas, v. 19, n. 44, 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-32621998000100005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32621998000100005&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 21 de julho, 2012.

GOMES, A. A. Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal. **Revista Eccos**, São Paulo, v. 7, n. 002, julho- dez 2005.

GROSSLIGHT, L.; UNGER, C. JAY, E.; SMITH, C.L. Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 9, p. 799- 822.

HAMBURGUER, E. W. Apontamentos sobre o ensino de Ciências nas séries escolares iniciais. **Revista Estudos Avançados**, v. 21, n. 60, p. 93-104, maio-agosto, 2007.

IBIAPINA, I. M. L. de M. **Pesquisa colaborativa: Investigação, Formação e Produção de Conhecimentos**. Brasília: Liber Livro, 2008, 136p.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais poucos discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Rio Grande do Sul: UNIJUÍ, 2010.

\_\_\_\_\_. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Revista Enseñanza de las ciencias**, v. 2, n.º 24, p. 173-184, 2006.

\_\_\_\_\_. Proposição de um modelo para análise do desenvolvimento do conhecimento de professores de ciências sobre modelos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, 2003, BAURU. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

JUSTI, R.; DRIEL, J. V. The use of the Interconnected Model of Teacher Professional Growth for understanding the development of science teachers' knowledge on models and modeling. **Teaching and Teacher Education**, n. 22, p. 437- 450, 2006.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry. In: AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G.; RICHIE, S. M. (Eds). *Metaphor and analogy in science education*. Dordrecht: Springer, 2006.

JUSTI, R. S.; GILBERT, J. K. A natureza de modelos na visão de professores de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 3, 2001, Atibaia. **Anais do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia: ABRAPEC, 2001, p. 1-10.

LELIS, I. A. **A formação da professora primária: da denúncia ao anúncio**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1996, 134 p.

LIMA, M. E. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 8, n. 02, p. 161-175, dez, 2006.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 02, p. 241-253, agosto, 2008.

LOREZENTTI, L. O ensino de ciências naturais nas séries iniciais. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/52918059/o-ensino-de-ciencias-naturais-nas-series-iniciais>. Acesso em: 16 de julho de 2012.

LOUCA, L. T.; ZACHARIA, Z. C.; CONSTANTINOU, C.P. In quest of productive modeling- based learning discourse in elementary school science. **Journal of research in science teaching**, v. 48, n. 8, p. 919-956, 2011.

MAUÉS, E. **Ensino de ciências e conhecimento pedagógico de conteúdo: narrativas e práticas de professoras das séries iniciais**. 2003. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

MENDONÇA, P. C. C. **Influência de atividades de modelagem na qualidade dos argumentos de estudantes de química do ensino médio**. 2011. 282 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

\_\_\_\_\_. **'Ligando' as ideias dos alunos à ciência escolar: análise do ensino de ligação iônica por modelagem**. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MENDONÇA, P, C. C.; JUSTI, R. S. Transição do modelo 'NaCl molécula' para o 'NaCl em rede': análise crítica de um processo de ensino por modelagem. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2007, Florianópolis. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007, p. 1-12.

MIZUKAMI, M. G. M. A pesquisa sobre formação de professores: metodologias alternativas. In: RAQUEL, L. L. B. (Org.). **Formação de educadores: desafios e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

MORTIMER, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. **Revista Química Nova na Escola**, v. 1, n. 1, p. 23-26, 1995.

MOZZER, N. B.; JUSTI, R. S. Introdução ao tema dissolução através da elaboração de analogias pelos alunos fundamentada na modelagem. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12.

MOZZER, N. B.; QUEIROZ, A. S.; JUSTI, R. S. Proposta de ensino para introdução ao tema interações intermoleculares via modelagem. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7, 2007, Florianópolis. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007, p. 1-12.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Revista Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 147- 157, 2003.

NETO, O. C.; MOREIRA, M. R.; SUCENA, L. F. M. Grupos focais e Pesquisa Social Qualitativa: o debate orientado como técnica de investigação. In: XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais. Ouro Preto: 2002. p. 1- 26.

OLIVEIRA, S. S. de; BASTOS, F. Perspectivas de professores dos anos iniciais do ensino fundamental quanto a sua formação em serviço. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007, p. 1-10.

OLIVEIRA, V. L. B.; PAZ, A. M.; ABEGG, I.; SILVA, M.; FILHO, J. P. A. Cadeia alimentar: modelos e modelizações no ensino de ciências naturais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, 2003, BAURU. **Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. O ensino de física na formação de professores de 1.<sup>a</sup> a 4.<sup>a</sup> séries do 1.<sup>o</sup> grau: entrevistas com docentes. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 7, n. 3, p. 171-182, dez, 1990.

OVIGLI, D. F. B.; BERTUCCI, M. C. S. A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. **Revista Ciência e Cognição**, v. 14, n. 02, p. 194- 209, julho, 2009.

PERES, M. R. **O desenho no Ensino Fundamental de ciências: investigando possibilidades metodológicas**. 1993. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Org.). Professor reflexivo no Brasil gênese e crítica de um conceito. São Paulo: CORTEZ, 2002.

PIMENTA, S. G. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 521- 539, set/dez, 2005.

PINTO, U. A. O pedagogo escolar: avançando no debate a partir da experiência desenvolvida nos cursos de complementação pedagógica. In: PIMENTA, S. G. (Org.). Pedagogia e pedagogos: caminhos e perspectivas. São Paulo: Cortez, 2011.

PORTELA, C. D. P. **Saberes docentes na formação inicial de professores para o ensino de ciências físicas nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2009. 192 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

PORTELA, C. D. P.; HIGA, I. Reflexões sobre a formação inicial de professores para o ensino de ciências físicas nas séries iniciais: um estudo com alunos de pedagogia. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 18, 2009, Vitória. **Anais XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2009, p. 1-

QUEIROZ, A. S. **Contribuições do ensino de ligação iônica baseado em modelagem ao desenvolvimento da capacidade de visualização**. 2009. 258 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RABONI, P. C. A. "O Marido era o culpado": sobre o uso de atividades práticas nas séries iniciais. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, BAURU. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2005, p. 1-10.

REIS, R. M. de C. **O perfil do pedagogo em formação nos cursos de pedagogia em Goiânia**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2006.

ROSA, D. C.; TERRAZAN, E. A. Ensinando ciências naturais numa perspectiva de alfabetização científico-tecnológica. Núcleo de Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 3, 1999, Atibaia. **Anais do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. ATIBAIA: ABRAPEC, 2001.

SMARSLA, V. E. E. ; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. A elaboração conceitual em realidade escolar de vazio no modelo corpuscular da matéria. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 27- 54, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. Química e Sociedade. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005.

SCHWARZ, C. V.; REISER, B. J.; DAVIS, E. A.; KENYON, L.; ACHÉR, A.; FORTUS, D.; SWARTZ, Y.; HUG, B.; KRAJICK, J. Developing a learning progression for scientific modeling: making scientific modeling accessible and meaningful for learners. **Journal of Research in Science Education**, v. 46, n.6, p. 632-654, 2009.

SCHWARZ, C. V.; WHITE, B. Y. Metamodeling knowledge: developing students understanding of scientific modeling. **Cognition and Instruction**, v. 23, n. 2, p.165-205, 2005.

SILVA, C. S.; ZULIANI, R. D.; FRAGOSO, S. B.; OLIVEIRA, L. A. A. A química nas séries iniciais do ensino fundamental. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007, p 1-12.

SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Uma análise sobre concepções de alunos e professores de química relativas ao conceito de substância. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15, 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Brasília: ED/SBQ, 2010, p. 1-12.

SILVEIRA, M. P. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5º e 8º séries do Ensino Fundamental**. 2003. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 02, p. 1-26, 2010.

SOUZA, V. C. A. **Os desafios da energia no contexto da termoquímica: modelando uma nova ideia para aquecer o ensino de química**. 2007. 216 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

TANURI, L. M. História da formação de professores. **Revista Brasileira de Educação**, n. 14, p. 61-88, maio, 2000.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2012.

TAVARES, M. I. **Um olhar sobre a educação continuada de professores das séries iniciais em ciências no Estado de São Paulo**. 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

VIANA, A. P. P. Estratégias de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados ao tema equilíbrio químico utilizando modelagem e modelos. 2010. 166f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

VILLAS BOAS, B. M. F. Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico. Campinas: Editora Papyrus, 2004.

WARTHA, E. J.; FALJONI- ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. **Revista Química Nova na Escola**, n. 22, p. 42- 47, nov., 2005.

WHARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Pierce. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, n. 2, p. 275- 290, 2011.

ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A química no ensino fundamental de ciências. **Revista Química Nova na Escola**, n. 2, p. 1- 4, nov., 1995.

ZEICHNER, K. M.; DINIZ-PEREIRA, J. E. Pesquisa dos educadores e formação docente voltada para a transformação social. **Cadernos de Pesquisa**, vol. 35, n. 125, p. 63-80, maio/ago. 2005.

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA. Pedagogos e o ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 02, p. 261-280, agosto, 2007.

## ***APÊNDICES – Dissertação***

## APÊNDICE A

<p><b>CURSO DE EXTENSÃO para PROFESSORES DE SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL da SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO – PLANALTINA-GO</b></p> <p><i><b>Modelos e Modelagem no Ensino de Ciências</b></i></p>
--

### Formulário de pré-inscrição

<b>DADOS PESSOAIS</b>		
Nome completo:		
Endereço completo:		
Telefone 1 (fixo):	Telefone 2 (celular):	Telefone 3:
E-mail:		
<b>DADOS DA (S) ESCOLA (S) EM QUE TRABALHA</b>		
<b>ESCOLA 1 - SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO – PLANALTINA-GO</b>		
Nome da escola:		
Endereço completo:		
Séries em que atua nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental:		
<b>ESCOLA 2</b>		
Nome da escola:		
Endereço completo:		
Séries em que atua nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental:		
<b>DADOS DE FORMAÇÃO ACADÊMICA/PROFISSIONAL</b>		
<b>Graduação:</b> ( ) Normal Superior    ( ) Pedagogia    ( ) Não possui ( ) Outro		
<b>Pós-Graduação</b> (Especificar)		

Nível médio:      ( ) Magistério/Normal                      ( ) Ensino Médio Regular

Trabalha há quanto tempo nas séries iniciais (1.º/5.º anos)? \_\_\_\_\_ano(s) \_\_\_\_\_meses

Em **2011**, trabalha/trabalhou com qual(is) séries: \_\_\_\_\_

Turno:              ( ) matutino      ( ) vespertino      ( ) matutino e vespertino

Já participou de curso de formação continuada? ( )sim              ( )não

Se sim, qual?

Por que pretende participar deste curso? (continua na página seguinte)

Planaltina, GO, \_\_\_\_/\_\_\_\_/201\_\_

## APÊNDICE B

### Roteiro do Primeiro Encontro (14/4/2012)

8h às 8h45 min.

- Apresentação da ministrante do curso e dos participantes; expectativas em relação ao curso.
- Realização da Dinâmica “O espelho” (Adaptado do livro “201 Dinâmicas de Grupo”).

#### Material:

Uma caixa com um espelho afixado em seu interior (base).

#### Dinâmica:

Os professores serão organizados em um círculo. No centro do círculo, será colocada uma caixa de papelão com um espelho afixado em seu interior (base). Ao lado da caixa, a frase “Aqui está a melhor solução para os desafios da sua vida e para o seu sucesso profissional”. Para motivar o grupo: “Pense em alguém que é de grande significado para você. Uma pessoa muito importante, alguém para quem gostaria de dedicar a maior atenção em todos os momentos, alguém que você ama de verdade, com quem estabeleceu íntima comunhão, que merece todo seu cuidado, com quem está sintonizado permanentemente. Alguém que você considera responsável pelo próprio sucesso profissional, com qualidades que o tornam importante para cada um dos que o cercam.”. Será pedido que cada participante vá até a caixa, olhe para o interior da caixa e, em silêncio, volte para seu local. Ao final, todos, tendo isso feito, compartilhamos nossas impressões, reflexões sobre a dinâmica e sua relação com a profissão docente. Após esse espaço para discussão da dinâmica, será lido em voz alta, com a participação de todos, o texto “O estilo e a singularidade de cada um”<sup>25</sup>, para fechamento da dinâmica. Esse texto traz uma reflexão sobre a nossa vida como uma obra de arte, em que nós somos os artistas, escrevendo nosso estilo próprio de ser, agir e pensar.

Ao final do dia, será entregue a cada participante um cartão com um es-

---

<sup>25</sup> Gallo, S. (coordenador). *Ética e cidadania – Caminhos da filosofia*. Campinas: Papirus, 1998.

pelho fixado em seu interior, com o objetivo de lembrar ao participante que ele é a pessoa mais importante do curso, tudo será construído com ele. Mensagem: Valorizarmo-nos é saber que possuímos qualidades e capacidades que devem ser desenvolvidas, pois somos o grande responsável pelo próprio sucesso profissional.

### Objetivos

Despertar no professor a autovalorização como profissional que possui potencialidades que devem ser desenvolvidas.

Reconhecer que o professor é o protagonista do processo de formação, com identidade única. Os cursos de formação podem ajudar a pensar em estratégias de ensino-aprendizagem que o ajudem em sala de aula. Queremos que o professor participante perceba que ele é o principal foco do nosso curso, a pessoa mais importante para que o nosso trabalho seja desenvolvido de forma colaborativa. Juntos, podemos identificar as dificuldades docentes, os contextos de trabalho vivenciados e os principais problemas enfrentados em sala de aula.

8h45min às 9h

Explicação sobre objetivos do curso e apresentação de um vídeo de boas-vindas.

9h às 10h30min

Realização de atividades com objetivo de levantar as concepções dos professores sobre o conceito de modelo.

## **Atividade I – Concepção de modelo em contexto de relato de experiência**

### Objetivo

Levantar as concepções dos professores sobre o conceito de modelo, por meio do relato de experiência.

Dinâmica:

Os professores serão organizados em duplas. Será solicitado que cada dupla conte experiências vividas no contexto de sala de aula, situação (situações) em que foi (foram) utilizado(s) modelo(s) para auxiliar na aprendizagem de conceito(s) por parte de seus alunos. Para a apresentação, deverá ser utilizado qualquer material, entre os disponibilizados. A

apresentação de cada experiência será feita pelo outro colega, ou seja, cada um apresentará a experiência relatada por seu colega de grupo.

Materiais disponibilizados: lápis, pincel atômico, caneta, cartolina, giz de cera, tesoura, barbante, massa de modelar, revistas, clipes.

## **Atividade II – Analisando diferentes sistemas e identificando modelos**

### Objetivo

Identificar como os professores caracterizam um modelo.

### Dinâmica:

Cada professor (a) escreverá no quadro recebido qual (is), entre os sistemas apresentados, considera ser um modelo, justificando. Os quadros serão recolhidos para análise e discussão em encontros subsequentes.

Quadro – Sistemas.

<b>Sistema</b>	<b>Modelo?</b>	<b>Por quê?</b>
Mapa-Múndi	( ) Sim ( ) Não	
Fotografia	( ) Sim ( ) Não	
Fórmula estrutural do CO <sub>2</sub>	( ) Sim ( ) Não	
Carrinho de brinquedo	( ) Sim ( ) Não	
Ciclo da Água (anexo)	( ) Sim ( ) Não	
Simulação dos estados físicos da água <sup>26</sup>	( ) Sim ( ) Não	
Fotossíntese (anexo)	( ) Sim ( ) Não	

**10h30min às 10h45min:** Intervalo

**10h45min às 11h30min**

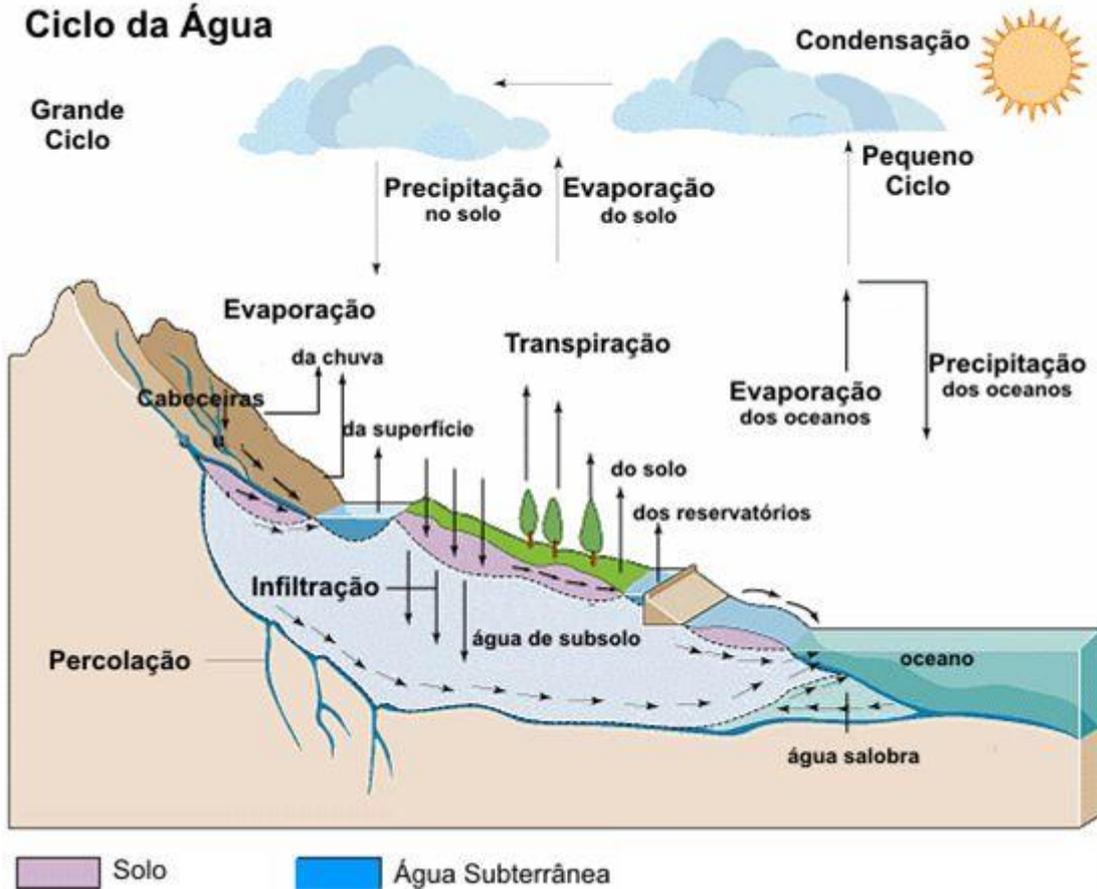
<sup>26</sup> Disponível em: <http://atomoemeio.blogspot.com.br/2009/03/simulador-estados-fisicos-e-as-mudancas.html> . Acesso em: 09 de abril de 2012.

Apresentação da Plataforma Moodle – importância para as discussões, realização de atividades, troca de experiências etc.

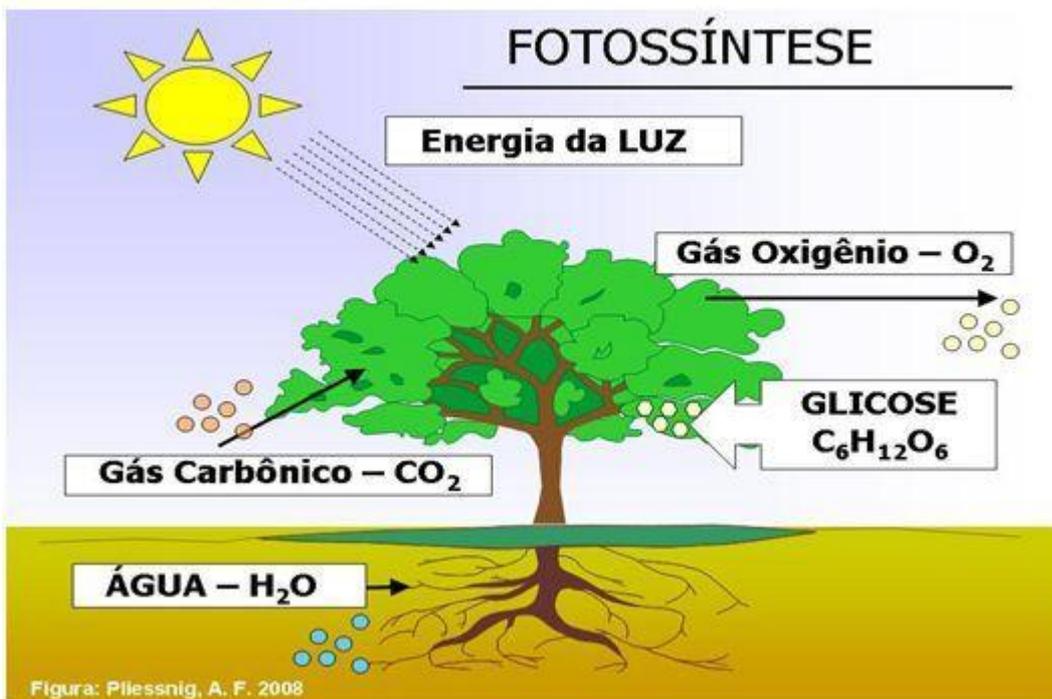
**11h30min às 12h**

Fechamento do primeiro encontro – avaliação por parte de todos e de cada um.

## Anexo do Apêndice B

**Ciclo da Água**

[http://canalazultv.ig.com.br/redeambiente/agua\\_saladeaula.pdf](http://canalazultv.ig.com.br/redeambiente/agua_saladeaula.pdf)



### O estilo e a singularidade de cada um

Dar forma à vida é criar um estilo. A origem etimológica da palavra estilo atesta essa dimensão artística que estamos querendo imprimir à ética. No latim, o termo *stilus* designa um instrumento com ponteira de osso, de chifre, de madeira ou de metal, usado para escrever sobre a camada de cera das tábuas, e com uma extremidade em forma de espátula para anular os erros gráficos. [...]

O estilo é, então, um compromisso entre as duas práticas possíveis: o uso da ponta para escrever e o uso da espátula para apagar. Um instrumento que nos possibilita escrever nossos desejos sobre a tábua áspera do mundo e também esquecer os erros e seguir adiante nessa travessia temporal. Nietzsche dizia que só o esquecimento pode nos aproximar da felicidade. Escrever é aqui entendido como a capacidade de abandonar os ressentimentos e projetar-se em direção ao desconhecido, criando o futuro com as próprias mãos.

Para transformar a vida em obra de arte é necessário agir como o artista: apoderar-se do estilo e inscrever seu desejo na matéria do mundo. Neste ponto, podemos identificar o sentido da palavra estilo, tal como é utilizada nas artes plásticas: o conjunto de elementos capazes de imprimir graus de valor às criações artísticas pelo emprego de meios apropriados de expressão, tendo em vista a produção estética. [...]

Fernando Pessoa, o grande poeta da língua portuguesa, escreveu: “Navegar é preciso, viver não é preciso”. Não há precisão nesta vida. Nada é certo, tudo é incerto. Então, navegar é preciso. Se as contingências desta vida se impõem como limite de nossas vontades, então, é preciso navegar. Se a vida deveria ser bem melhor do que é, então, é preciso navegar. Fazer da vida uma obra de arte é nossa direção. Alçar âncoras e navegar é a exigência ética fundamental.

## APÊNDICE C

Roteiro do quarto encontro (19/05/2012)

Atividade I-

Objetivo:

- Discutir com o grupo o que são modelos; função dos modelos na ciência;
- Retomar o quadro “sistemas” e os relatos de experiência, discutindo modelos científicos e modelos no cotidiano.

Dinâmica: O grupo ficará disposto em um círculo. Inicialmente, os sistemas serão apresentados novamente aos participantes, discutindo com eles as concepções iniciais trazidas por eles sobre modelos, quais características dos modelos científicos e a importância deles no processo ensino aprendizagem. O texto “O que são modelos? Para que servem?” (anexo) será entregue ao final da discussão, descrevendo o que são modelos e o uso deles no ensino de ciências.

Apresentação do vídeo da TV escola “A Química de quase tudo- a Química do invisível”.

Objetivo:

- Apresentar a importância dos modelos científicos para Química, principalmente na representação de entidades invisíveis;

10h às 10h15min: intervalo

Atividade II- “Caixa fechada”

Objetivo:

- Vivenciar, através de uma atividade prática, a modelagem promovendo a identificação de algumas das etapas envolvidas no processo de construção de modelos na Ciência: “ter experiências com alvo”, “produção de um modelo mental”;
- Favorecer a compreensão de alguns aspectos dos modelos: limitações, abrangências, existência de mais de um modelo.

Dinâmica: Dividiremos o grupo de professores em dois grupos menores. Cada grupo receberá três caixas lacradas e numeradas. Cada uma com um objeto dentro (algodão, bolinha de tênis, bolinha de ping pong, gancho de metal, cliques). O seguinte questionamento será levantado: “O que há no interior da

caixa?” Será orientado aos professores que a caixa não poderá ser aberta, que, através da manipulação da caixa, informações serão obtidas que poderão contribuir para uma possível hipótese para o que tem dentro da caixa. Serão disponibilizados imãs, uma vasilha com água (para saber se a caixa flutua ou afunda), para que possíveis testes possam ser feitos com a caixa. Além disso, os sentidos (audição, olfato, visão) poderão auxiliar também no levantamento de hipóteses. Ao final, não abriremos a caixa. Os dois grupos socializarão e, cada qual colocará as suas conclusões sobre o que há dentro da caixa. Como as três caixas serão entregues com objetos semelhantes, ao final podem-se comparar os modelos dos dois grupos, expondo os dados obtidos que influenciaram na produção do seu modelo. Deixando claro que podemos conviver com mais de um modelo para uma mesma entidade, que nossos modelos são construídos a partir de conhecimentos anteriores que possuímos e de interpretações pessoais do que se pretende modelar.

Avaliação do encontro: foi realizada com os apontamentos pelos professores dos aspectos positivos e negativos das atividades e sugestões para os próximos encontros.

Em nosso esforço para compreender a realidade, somos semelhantes a um homem tentando compreender o mecanismo de um relógio fechado. Ele vê o mostrador e os ponteiros em movimento, até ouve o seu tique-tique, mas não tem meio algum de abrir a caixa. Se for engenhoso, poderá formar alguma imagem de um mecanismo que poderia ser responsável por todas as coisas que observa, mas jamais poderá estar certo de que sua imagem seja a única capaz de explicar suas observações.

(Albert Einstein e Leopold Infeld<sup>1</sup>, p. 219)

### **O que são modelos? Para que servem?**

Os modelos científicos são criados para atender diferentes objetivos. Podem representar um objeto, um evento, um processo ou ideias<sup>2</sup>, possibilitando a elaboração de explicações e a realização de previsões sobre o comportamento e as propriedades de um sistema. No entanto, o modelo não é a cópia da realidade, mas uma forma de representá-la a partir de interpretações que dela fazemos. Na tentativa de compreender e buscar explicações para os fenômenos, elaboramos modelos. No contexto escolar, usamos simplificações dos modelos científicos, denominando-os modelos curriculares<sup>3</sup>.

A Química para os alunos parece diversas vezes abstrata. Os modelos como representações parciais da realidade podem ajudar na visualização dessas entidades abstratas. Uma molécula de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), a reação de combustão, a equação da fotossíntese são representações que auxiliam no entendimento de conceitos pelos alunos. Na Química, usamos modelos para facilitar a visualização nos níveis macro e microscópico. Podem ser expressos no concreto (3D), visual (2D ou informatizado), ou verbalmente<sup>2</sup>. As simulações computacionais facilitam, por exemplo, a compreensão do comportamento da molécula de água nos estados sólido, líquido e gasoso. Representações que nos permitem a visualização de partículas microscópicas.

Ao ensinar Ciências nas Séries Iniciais, usamos modelos? Usamos. Os modelos concretos (maquetes) são exemplo disso. Temos as maquetes do Sistema Solar representadas em escala reduzida (tamanho e distância) dos planetas. Ao representar o modelo heliocêntrico do Sistema Solar é importante a discussão de suas limitações e simplificações como modelo. O ciclo da água, um esquema de representação de formação das nuvens, do caminho percorrido pela água no meio ambiente, é um modelo que representa as etapas

de um processo e possui vários fenômenos envolvidos (condensação, evaporação, transpiração). Esses modelos, usados no Ensino Fundamental, denominamos modelos de ensino.

### **Referências Bibliográficas**

<sup>1</sup> Albert Einstein e Leopold Infeld. Apud MENDONÇA, P. C. C. 'Ligando' as ideias dos alunos à ciência escolar: análise do ensino de ligação iônica por modelagem. 2008. 241f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

<sup>2</sup> JUSTI, R.; GILBERT, J. The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry. In: AUBUSSON, P. J.; HARRISON, A. G.; RICHIE, S. M. (Eds). *Metaphor and analogy in science education*. Dordrecht: Springer, 2006.

<sup>3</sup> CUNHA, M. C. C. **“Eu como porque preciso comer”**: ideias e analogias de crianças do ensino fundamental sobre sistema digestório nutrição. 2008. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

## APÊNDICE D

Roteiro do quinto encontro

Atividade I – Água e óleo / desenho invisível

Objetivo:

- Vivenciar as etapas “ter experiências ‘com alvo’”; “produção de um modelo mental”; e “expressão em alguns dos modos de representação”.

Dinâmica: Os professores serão divididos em dois grupos. Será entregue aos grupos um roteiro com as instruções para realização do experimento. Para ajudar na elaboração dos modelos, um texto de apoio será disponibilizado.

Roteiro experimental:

Questionamento:

Você já deve ter visto alguma reportagem sobre acidentes ambientais, nos quais ocorre um vazamento no casco de grandes navios e estes deixam vazar petróleo nas águas do mar. Mas você já se perguntou, por que o petróleo/óleo fica na superfície da água?

1) Para ajudar em sua explicação faça os seguintes experimentos:

- Experimento I- água + óleo: Em um copo de plástico coloque água e óleo.
- Experimento II- desenho invisível: Em uma folha de papel branca, faça um desenho ou escreva algo com uma vela. Em seguida passe tinta guache à base de água sobre ele. Por fim, espere secar.

2) O que vocês observaram em nível macroscópico nos dois casos? Em nível microscópico como vocês explicam os fenômenos? Use desenhos, esquemas para elaborar seu modelo.

### Texto de apoio

O que é um material, uma substância?

Os materiais são porções de matéria que contém duas ou mais substâncias. Essas substâncias, por sua vez, são formadas por constituintes que denominamos partículas (SILVA *et alii*, 2005). No nosso dia a dia convivemos com vários materiais como a bucha que você lava a louça, a caneta que você escreve, a água mineral que você bebe, são materiais que possuem duas ou mais substâncias em sua composição. Outro exemplo de material é o ar. Abaixo, um quadro com as substâncias que compõem o ar:

Quadro 1- Composição do ar limpo e seco

Componente	Teor (por metro cúbico)
Nitrogênio (N <sub>2</sub> )	780,8 L
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	209,5 L
Argônio (Ar)	9,3 L
Gás carbônico (CO <sub>2</sub> )	375,0 mL
Neônio (Ne)	18,0 mL
Hélio (He)	5,2 mL
Metano (CH <sub>4</sub> )	1,8 mL
Criptônio (Kr)	1,1 mL
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	0,5 mL
Xenônio (Xe)	0,08 mL

Fonte: SILVA *et alii*, 2005.

Quando falamos de substâncias, são elas que caracterizam a matéria, por isso podemos diferenciar um tipo de matéria de outro. Por exemplo, a água possui um conjunto de características específicas que a identifica. As propriedades específicas da água são:

Quadro 2- Composição do ar limpo e seco

Propriedade	Valor
Nome	Água
Fórmula	H <sub>2</sub> O
Ponto de fusão	0 °C
Ponto de ebulição	100 °C
Densidade	1,0 g/mL (4 °C)
Calor específico	1,0 cal/°C g

Fonte: SILVA *et alii*, 2005.

Na natureza então temos a matéria sob a forma de materiais que, por sua vez, são formados por substâncias.

Não encontramos a água em sua forma isolada, H<sub>2</sub>O. Temos na natureza a substância água com suas propriedades (ponto de ebulição, ponto de fusão, cor etc) que a caracterizam possibilitando sua identificação e distinção de outras substâncias (SILVA *et alii*, 2005). Essas substâncias são

formadas por constituintes (partículas), que são formados, por sua vez, por átomos. Por exemplo, o gás oxigênio, representado pelo  $O_2$  possui dois constituintes de oxigênio.

Esquema representativo da “Matéria: forma de apresentação e sua natureza”

Esquema 3- Matéria: forma de apresentação e sua natureza



Fonte: SILVA *et alii*, 2005

Referência bibliográfica

SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. de A.; FERREIRA, G. A. L. O que é a química e o que o químico faz. Notas de aula, Brasília, 2005.

## APÊNDICE E

Roteiro do sexto encontro

Atividade I- Os três estados físicos da água

### **Experimento I**

O que acontece com a água líquida em três recipientes diferentes?

Procedimentos: Você recebeu três recipientes com formatos diferentes, coloque 100 mL de água em cada um dos recipientes.

1) Após a realização dos procedimentos, vamos pensar sobre o que vimos. O que você observou macroscopicamente? E microscopicamente, como você faria um modelo para representação da água em estado líquido (use desenhos e/ou os materiais disponíveis).

### **Experimento II-**

O que acontece com o gelo em três recipientes diferentes? Por que o gelo fica na superfície quando fazemos uma limonada?

Procedimentos:

a) Você recebeu três recipientes com formatos diferentes, coloque um cubo de gelo (o mesmo) em cada um dos recipientes.

b) Em seguida, coloque um cubo de gelo dentro de um quarto recipiente com água líquida.

1) Após a realização dos procedimentos, vamos pensar sobre o que vimos. O que você observou macroscopicamente na letra a? E microscopicamente, como você faria um modelo para representação da água em estado sólido? (use desenhos e/ou os materiais disponíveis)

2) Faça um modelo para representar o que aconteceu no item b.

### **Experimento III**

Por que a roupa seca no varal?

Procedimentos: Com o conta-gotas coloque uma gota de água sobre o papel absorvente.

1) Após a realização dos procedimentos vamos pensar sobre o que vimos. O que você observou macroscopicamente? E microscopicamente, como você faria um modelo para representação da água em estado gasoso (vapor)? (use desenhos e/ou os materiais disponíveis)

2) Se vapor d'água a  $100.0^{\circ}\text{C}$  e 1 atm estivesse armazenado em um reservatório de 1000L e se a temperatura caísse para  $25^{\circ}\text{C}$ , a água líquida formada poderia ser toda transferida para um frasco de 1 L ou seriam necessários mais frascos? Compare os modelos das atividades I e III, em seguida, justifique sua resposta.

#### **Experimento IV**

O que acontece quando acrescentamos sal a um recipiente totalmente cheio de água?

Procedimentos: Em um recipiente coloque água até enchê-lo. Em seguida, aos poucos, coloque sal.

1) O que aconteceu macroscopicamente? E microscopicamente como você faria para explicar o sal dissolvido na água usando modelos? Você pode usar o mesmo modelo da atividade 1 para explicar esse fenômeno?

Texto de apoio I: O que é água?

Todo mundo tem resposta para essa pergunta. Entretanto, a palavra *água* tem diferentes significados na Química. Ela pode significar, por exemplo, um material que contém diversas substâncias dissolvidas ou também a substância água, cuja fórmula química é  $H_2O$ . Geralmente, quando nos referimos ao material água vinculamos a ele algum adjetivo: água de torneira, água da chuva, água mineral, águas subterrâneas, água do mar, etc.

A água apresenta algumas características peculiares. No planeta Terra, é a única substância encontrada naturalmente nos três estados de agregação: sólido, líquido e gasoso. Embora suas moléculas sejam simples – dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio –, ela é essencial a todas as formas de vida encontradas no planeta. A explicação para esse fenômeno está relacionada com suas propriedades.

A água possui geometria angular (figura 1). Suas moléculas estão ligadas umas as outras pelas ligações de hidrogênio (figura 2).

Figura 1- Geometria angular da molécula de água.

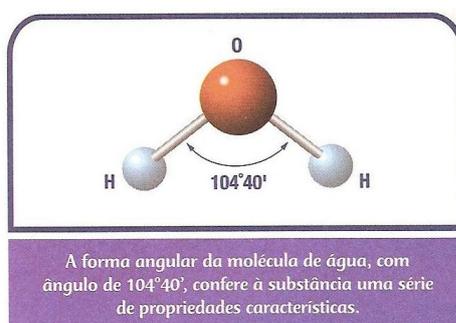
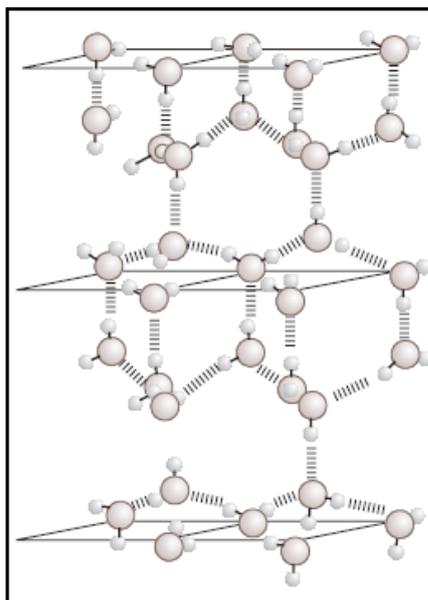


Figura 2- Arranjo cristalino das moléculas de água no gelo



Fonte: Mortimer, 1996, p. 21.



Essas ligações são responsáveis por uma outra propriedade curiosa da água, responsável pela flutuação dos *icebergs* nos mares: a menor densidade da água sólida em relação à líquida

Na página seguinte uma tabela (figura 3) comparativa com as densidades da água em diferentes temperaturas.

Figura 3-Densidade da água em diferentes temperaturas

DENSIDADE DA ÁGUA	
Temperatura	Valor
0 °C (gelo)	0,9168 g/cm <sup>3</sup>
4 °C	1,00000 g/cm <sup>3</sup>
20 °C	0,99707 g/cm <sup>3</sup>

Fonte: SANTOS; MÓL 2005.

Essa observação macroscópica da água sólida flutuando na água líquida é explicada no nível molecular, pela interação entre suas moléculas. No gelo,

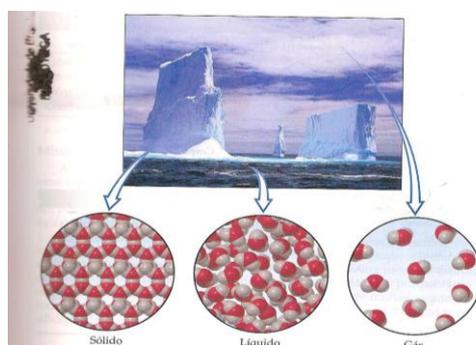
as moléculas da água estão mais próximas, e essa proximidade faz com que as ligações de hidrogênio se organizem de forma direcional, num arranjo hexagonal, e os átomos de oxigênio interagem com quatro átomos de hidrogênio: dois por ligações normais e dois por ligações de hidrogênio.

Essas ligações conferem ao gelo uma estrutura cristalina muito bem organizada, sobrando grandes espaços vazios no seu interior. Como resultado, o sólido é menos denso que o líquido, o que não acontece na maioria das outras substâncias.

Quando o gelo se funde, parte das ligações de hidrogênio é desfeita, rompendo a organização da estrutura e permitindo que as moléculas se aproximem umas das outras. Conseqüentemente, por apresentar uma compactação maior, o gelo é menos denso do que a água líquida.

Abaixo, uma figura com a organização das moléculas de água nos três estados físicos.

Figura 4- Moléculas nos três estados físicos.



Fonte: BROWN *et alii*, 2007.

#### Referências bibliográficas

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. Química a ciência central. São Paulo: Pearson/ Prentice Hall, 2005.

MORTIMER, E. E. O significado das fórmulas químicas. **Revista Química Nova na Escola**, v. 3, n. 3, p. 19- 21, 1996.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coord.). **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração. Volume único. 2005.

## Texto de apoio II

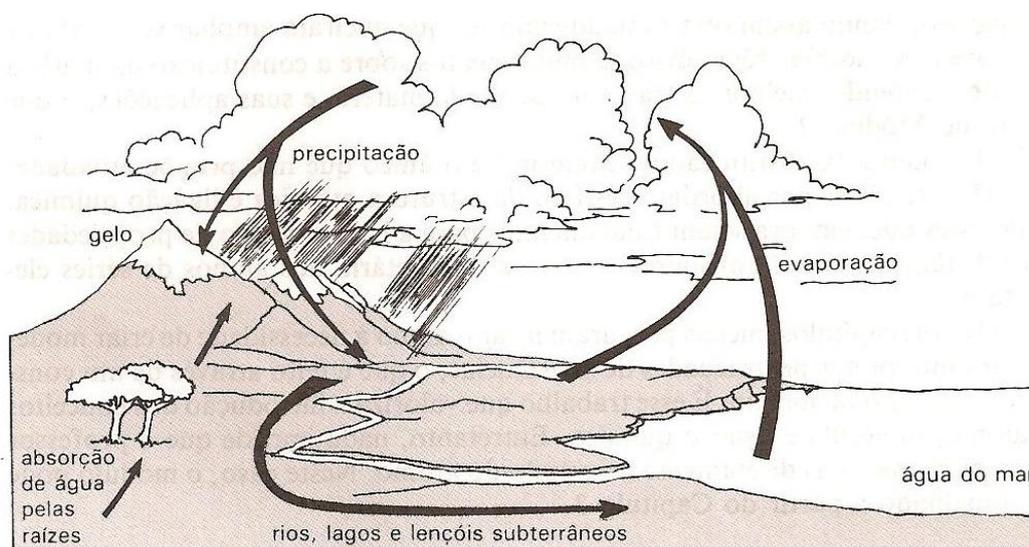
# 1 Características de Substâncias nos Três Estados Físicos

## Um Exemplo: A Água

Não se sabe a partir de quando as pessoas deixaram de acreditar que o céu, abrindo suas comportas, fazia chover em nosso planeta. Mas não se pode negar que as pessoas aprendem muitas coisas fazendo observações. Assim, é bem provável que observando repetidamente dias chuvosos, tenham percebido que toda vez que chove há nuvens no céu. Essas observações, sempre confirmadas, fizeram com que as pessoas passassem a associar “nuvem-chuva” em vez de “céu-chuva”.

Hoje, sabe-se que as nuvens são minúsculas gotas de água líquida, muitas vezes contendo cristais de gelo. Sabe-se também que elas resultam da evaporação das águas de oceanos, rios e lagos e que, mais cedo ou mais tarde, essa água volta sob forma de chuva.

Como indica a Figura 2.1, a água *caminha* pelo nosso planeta, percorrendo um ciclo. Além do mais, está também mudando de estado físico — ora é líquida, ora sólida, ora gasosa.



Os três estados físicos da água possuem diferenças significativas entre eles.

O *GELO* possui forma e volume próprio.

A *ÁGUA LÍQUIDA* possui volume próprio, mas sua forma varia conforme o recipiente que a contém.

O *VAPOR D'ÁGUA* não possui forma própria e seu volume é sempre igual ao volume do recipiente que o contém.

## ÁGUA E SOLUBILIDADE DOS MATERIAIS

A água é conhecida como solvente universal por ser capaz de dissolver uma grande diversidade de substâncias ou materiais, além de estar presente, mesmo que em pequena quantidade, na maioria dos materiais. Ela é o solvente mais abundante em nosso planeta, sendo sua quantidade estimada em aproximadamente  $1,5 \times 10^{21}$  litros.

Os mares e oceanos são bons exemplos do grande poder de dissolução da água. Coletores de materiais dissolvidos nos continentes, eles formam uma imensa solução possuidora de cerca de 35 gramas de

**QUANTIDADE MÉDIA DAS SUBSTÂNCIAS MAIS ABUNDANTES NOS MARES**

Substância	Fórmula	Massa/litro d'água
Cloreto de sódio	NaCl	27,500 g
Cloreto de magnésio	MgCl <sub>2</sub>	6,750 g
Sulfato de magnésio	MgSO <sub>4</sub>	5,625 g
Sulfato de cálcio	CaSO <sub>4</sub>	1,800 g
Cloreto de potássio	KCl	0,750 g
Carbonato de cálcio	CaCO <sub>3</sub>	0,111 g
Brometo de potássio	KBr	0,103 g

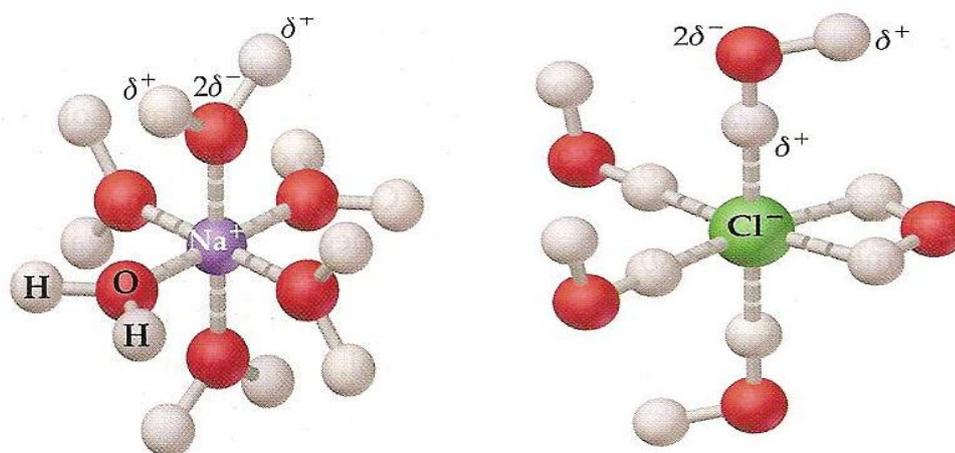
Fonte: CRUZ, M. N. e MARTINS, I. P., Química Hoje! 9º ano, Porto Editora, Portugal, 1995.

sólidos dissolvidos por litro (veja tabela acima). Neles encontramos átomos de mais de 64 elementos químicos diferentes. Muitos dos materiais dissolvidos são importantes fontes de matéria-prima, apesar de poucos serem explorados comercialmente.

A substância extraída em maior abundância da água do mar é o cloreto de sódio (NaCl): em torno de 27 gramas por litro.

A facilidade com que a água dissolve diferentes tipos de substâncias deve-se à geometria e à distribuição de cargas de suas moléculas (figura 5). Quando adicionamos o cloreto de sódio (NaCl) à água a sua extremidade positiva é orientada no sentido dos íons  $\text{Cl}^-$ , e a negativa orienta-se no sentido dos íons  $\text{Na}^+$ . Essas interações, entre soluto (cloreto de sódio) e solvente (água) denominamos de hidratação (BROWN *et alii*, 2007). Esses íons que se dispersam entre as moléculas de água.

Figura 5- Hidratação dos íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ .



Fonte: Brown *et alii*, 2007.

#### Referências bibliográficas

AMBROGI, A.; LISBÔA, J. C. F.; SPARAPAN, E. R. F. Química para magistério. São Paulo: Harbra. Volume único. 1995.

BROWN, T. L; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. Química a ciência central. São Paulo: Pearson/ Prentice Hall, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (coord.). **Química e Sociedade**. São Paulo: Nova Geração. Volume único. 2005.

## APÊNDICE F

Roteiro do sétimo encontro

Atividade

Dinâmica: Socialização dos modelos construídos durante os experimentos I, II, III e IV. Os professores foram organizados em um semicírculo e cada grupo apresentou um para o outro, os modelos construídos por eles durante o sexto encontro.

Objetivos:

- Socializar os modelos entre os grupos;

## APÊNDICE G

Roteiro para o oitavo encontro



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

### 1.1. Roteiro para elaboração do projeto

Tópicos a serem abordados na elaboração do projeto:

- Nome do projeto;
- Participantes do grupo (identificação);
- Escola onde será aplicado;
- Público alvo: número de alunos, faixa etária, série, turma;
- Conteúdos e conceitos de ciências (especificamente os químicos) abordados;
- Justificativa: importância do projeto. Justificando a escolha do tema.

Descrição das atividades propostas:

- Objetivos
- Conteúdos e/ou conceitos a serem trabalhados
- Tempo estimado
- Material necessário
- Procedimentos
- Avaliação das atividades

## 1.2. Grupo focal

### Critérios para seleção dos participantes

- Possuem experiência profissional semelhante. Ministram aulas para alunos de Séries Iniciais.
- Vivenciaram as atividades propostas durante o curso.

### Objetivos ou propósitos do grupo focal:

- Identificar as concepções de modelo desenvolvidas pelos professores após a participação nas atividades do curso;
- Conhecer o que eles pensam sobre o papel dos modelos na Ciência e no ensino de Ciências

### Roteiro de questões para o grupo focal

- 1) Atualmente, o que você entende sobre modelo após participação no curso?
- 2) Você acha que a sua participação nas atividades do curso contribuíram para sua compreensão do papel dos modelos na ciência?
- 3) Como você acha que o cientista constrói um modelo?
- 4) Qual a importância dos modelos para construção do conhecimento científico?
- 5) Quais as contribuições que o processo de modelagem pode trazer para compreensão/aprendizagem de conceitos químicos?
- 6) O curso correspondeu as suas expectativas iniciais? Após o curso, o que você percebeu em sua prática docente? Houve alguma mudança que você gostaria de relatar?
- 7) O curso correspondeu as suas expectativas iniciais?
- 8) O que te motivou a continuar no curso?
- 9) O que hoje você entende por modelagem?

## APÊNDICE H

Quadro de frequência dos professores aos encontros

Professores	Encontro 1 (14/04)	Encontro 2 (05/05)	Encontro 3 (12/05)	Encontro 4 (19/05)	Encontro 5 (26/05)	Encontro 6 (02/06)	Encontro 7 (16/06)	Encontro 8 (23/06)
P1	X			X	X	X	X	X
P2	X	X	X	X	X	X		X
P3	X							
P4	X		X		X	X	X	
P5	X	X		X	X	X	X	X
P6	X							
P7	X		X	X	X	X	X	
P8	X							
P9	X	X	X	X		X	X	

PX: identificação do professor.

X: encontro que o professor estava presente.

## APENDICE I



### UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS – MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**

Caro(a) professor(a), você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), em uma pesquisa desenvolvida durante o curso de formação continuada intitulado “Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências”, no âmbito do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB.

A sua contribuição é relevante para possíveis mudanças e melhorias no processo ensino-aprendizagem, promovendo uma reflexão sobre a prática docente. Como nossa pesquisa é colaborativa, queremos construir com você uma parceria, interagindo na busca de alternativas para os diferentes contextos de ensino.

É importante frisar que sua participação será protegida por total anonimato, quando do registro na futura Dissertação de Mestrado, em todas as suas etapas e em divulgações futuras, por qualquer meio.

Para formalizar sua aceitação em fazer parte dessa investigação, o que nos deixará honrados, assine, por favor, ao final deste documento, que terá duas vias. Uma delas ficará em seu poder e a outra com a pesquisadora-responsável.

#### **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Título:

**Formação Continuada para Professores de Ciências nas Séries Iniciais:  
uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos.**

Pesquisadora-responsável:

**Delzimar Prates Alves**

Contato:

**(61) 99478840 – delzimarprates@gmail.com**

Orientador:

**Ricardo Gauche**

Nosso trabalho visa a contribuir para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem fundamentadas em modelos/modelagem, na perspectiva de compreensão de conceitos químicos pelos alunos. Assim, serão coletadas informações no curso, com a utilização de registros das atividades, gravação dos encontros, para análises posteriores, e ficará desde já garantido o anonimato individual dos participantes.

---

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu,

\_\_\_\_\_,  
portador do RG \_\_\_\_\_ e do CPF \_\_\_\_\_,  
abaixo-assinado, concordo em participar da pesquisa acima mencionada. Fui devidamente informado e esclarecido pela mestrande e pesquisadora-responsável, Delzimar Prates Alves sobre a investigação, bem como sobre os procedimentos a serem seguidos, ressaltando-se a garantia plena de meu anonimato em todos os registros atinentes e em toda a produção acadêmica resultante.

Planaltina- GO, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

---

Pesquisa desenvolvida no âmbito do

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação  
Instituto de Ciências Biológicas  
Instituto de Física  
Instituto de Química  
Faculdade UnB Planaltina

**APÊNDICE J**

1.0. Cartaz A do professor P3 referente à atividade I

MEIO AMBIENTE,  
VOCÊ FAZ PARTE DELE!



NOSSO MEIO  
AMBIENTE

2.0. Cartaz B do professor P3 referente à atividade I

TUDO QUE EXISTE  
ESTÁ INTERLIGADO.



3.0. Cartaz C do professor P3 referente à atividade I



4.0. Cartaz D da professora P7 referente à atividade I.

PARTES DO CORPO HUMANO:  
MONTAGEM LIVREMENTE.



## APÊNDICE K

Atividade da plataforma Moodle- Fórum de discussão “Discussões sobre modelos”

Olá, colegas professores.

Iniciaremos nossa primeira discussão no nosso ambiente virtual. Leia a tirinha da Mafalda abaixo:



a) O que a Mafalda entende por modelo? Para você, o que é um modelo?

## APÊNDICE L



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**Curso de Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências**

Abaixo, listamos sites educativos que podem nos auxiliar na preparação de nossas aulas de ciências.

Portal do professor:

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaColecaoAula.html?id=787>

Revista Ciência hoje das crianças:

<http://chc.cienciahoje.uol.com.br/feitico-para-navegar/>

Ponto ciência (Nível Médio):

<http://www.pontociencia.org.br/>

Revista Ciência Hoje (para acesso a revista faça um cadastro gratuito):

<http://assinaturadigital.cienciahoje.org.br/revistas/>

Portal de Ensino de Ciências- Ciência à mão

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/index.php?midia=mnm>

Projeto Mão na massa ABC na Educação Científica (Ensino Fundamental)

<http://www.cienciamao.if.usp.br/mnm/index.php>

<http://www.cdcc.usp.br/maomassa/materialApoio/livros/livros.html>

## APÊNDICE M – ***A PROPOSIÇÃO***



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Decanato de Pesquisa e Pós- Graduação

Instituto de Química

Instituto de Física

Instituto de Ciências Biológicas

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**Texto de Apoio**

Curso de Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências como  
estratégia de formação continuada de professores

Delzimar Prates Alves

Proposta de ação profissional resultante da dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Gauche e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília- DF

Novembro  
2012

## Apresentação

Caro colega professor, o texto que apresentaremos é resultado de um curso de formação continuada para professores de Séries Iniciais do Ensino Fundamental intitulado "Modelos e Modelagens no Ensino de Ciências". Realizado no âmbito do Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e com apoio da Secretaria Municipal de Educação da cidade, situada no Entorno do Distrito Federal. Foi elaborado por pesquisadores do programa e professores de Séries Iniciais.

Construímos uma proposta que atendesse às especificidades e necessidades do grupo de professores que, conosco, aceitou o desafio de elaborar ações fundamentadas em modelos/modelagem para melhoria da aprendizagem de conceitos químicos pelos alunos.

Tudo começou com a dificuldade, percebida por nós, que esses professores possuem ao ensinar Ciências nas Séries Iniciais e a ausência de estratégias fundamentadas na modelagem nesse nível de ensino. Depois, já inseridos na realidade dos professores, existia uma lacuna quando se falava de cursos de formação continuada na área de Ciências. Nosso curso foi o primeiro a ser oferecido na região. Assim, encontramos professores dispostos a partilhar experiências, a construir novas estratégias e a refletir sobre o ensino de Ciências, desenvolvido até então. Profissionais, com uma realidade específica e compartilhada por tantos professores. Trabalham em escolas, com salas de aula pequenas para tantos alunos, profissionais que "completam a carga horária" para receber um salário melhor no fim do mês; carentes de material didático para preparação das aulas; não são remunerados para coordenação; possuem dificuldades em ensinar Ciências, principalmente, a Química por desconhecerem-na como parte integrante do seu currículo. Possuem inseguranças, medos e anseios.

Ao longo do texto, apresentaremos como foi construída essa parceria universidade e escola. Trazemos os suportes teóricos que nos apoiaram na construção do curso e como eles foram desenvolvidos nesse trabalho. Para isso, apresentamos exemplos emergidos do próprio curso para que auxiliem, também, futuros professores a elaborar estratégias como a nossa.

Nossa finalidade é que os docentes e pesquisadores que queiram desenvolver estratégias fundamentadas na modelagem possam direcionar-se com nossa experiência. Por que tecer um texto que tenha como foco modelos/modelagem e suas características? Na literatura há pesquisas desenvolvidas no Ensino Médio e Fundamental. No nível Fundamental são experiências que ocorreram em outros países. No Brasil não temos, nesse nível de ensino, a modelagem, e ainda há um desconhecimento e dificuldade dos docentes em adotar essa estratégia. O texto pode ser um orientador a esses docentes na elaboração de atividades de modelagem.

## Introdução

Por vezes, entretanto, acontece uma metamorfose ao contrário: as borboletas voltam ao casulo e se transformam em lagartas. Porque voar é fascinante, mas perigoso. É preciso que não se tenha medo de flutuar sobre o vazio com asas frágeis. É mais seguro viver agarrado à folha que se come. E eu me pergunto sobre o que aconteceu conosco. Pois, um dia, fomos como a Mariana, borboletas aladas, em busca de espaços sem limites. Talvez, por medo, tenhamos abandonado as asas. Talvez, por medo, já não sejamos capazes de voar e sonhar. Gordas lagartas, que não têm coragem de se desprender das seguras folhas onde rastejam... (ALVES 1994, p. 58-59)

Podemos escolher entre ser “gordas lagartas” ou “borboletas aladas”. Nós escolhemos ser as borboletas e alçar voos em busca de novos e fascinantes caminhos. O processo de formação que tem por eixo norteador a pesquisa colaborativa busca esses novos caminhos. Pensados e construídos por professores que querem alçar voos por meio de uma parceria universidade e escola, propondo novas estratégias, buscando melhorar e refletir sobre os processos de ensino aprendizagem. Os nossos professores parceiros são de uma região situada no Entorno do Distrito Federal e atuam nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Buscaram o curso de formação continuada com diferentes expectativas: aprender o que são os procedimentos e habilidades no currículo; trabalhar, no aluno, a curiosidade por meio de atividades; uso da experimentação para tornar a aula mais motivadora e interessante; interesse do professor pela área de Ciências; adquirir conhecimento com o curso. Um dos professores expõe outras expectativas que foram comuns a seus colegas durante o curso:

*As dificuldades e carências, tanto materiais quanto de formação adequada, dão o mote inicial. Entretanto, para além da formação, vem o desejo de contribuir para que*

*os conteúdos de ciências sejam mais bem aplicados nas escolas da rede Municipal onde leciono; vez que as aulas de ciências são, via de regra, mais centradas nos conteúdos livrescos do que em experiências práticas, ou mesmo, por que não, lúdica da disciplina! A ideia, então, repousa na possibilidade de, através do curso, "diversificar"/melhorar a forma de aplicação dos conteúdos ministrados de modo a tornar as aulas de ciências mais atraentes para os alunos, contribuindo assim para sua aprendizagem.*

O professor traz o seu anseio por aulas menos baseadas na memorização de fórmulas e conceitos. Desejos comuns a nós, professores, "atrair" nossos alunos com aulas mais dinâmicas e motivadoras e contribuir para melhoria da abordagem dos conteúdos de ciências. Assim, trouxemos ao nosso curso a discussão "com" e não "sobre" os professores e como as estratégias de modelos/modelagem podem promover um ensino mais reflexivo dos conteúdos. Como traz em Ferreira e Justi, a modelagem promove um ensino no qual o aluno é "sujeito ativo do seu próprio processo de construção do conhecimento, estando engajado em atividades que propiciam a reflexão crítica sobre o objeto em estudo e, conseqüentemente, uma aprendizagem significativa." (2005, p.3) Para que possamos compreender o "quê" e "como" é um ensino fundamentado em modelos/modelagem e quais suas contribuições para o ensino de ciências, a seguir teceremos mais aspectos sobre essa estratégia. Sempre que possível o texto fará a ligação com situações emergidas do próprio curso.

O que são modelos? Como ensinar por meio da modelagem?



Mafalda

A charge acima traz uma concepção muito comum entre professores e estudantes dos diferentes níveis de ensino. Eles possuem uma compreensão de modelo do senso comum considerando-o como uma cópia reduzida da realidade. Encontramos, entre os docentes que participaram do nosso curso, concepção semelhante a essa. Para que as concepções, antes do curso, fossem identificadas fizemos duas atividades (apêndice A). Em uma delas apresentamos vários sistemas dentre eles, uma fotografia e um carrinho de brinquedo. E pedimos que dissessem se eram modelos ou não e justificassem sua resposta. A fotografia foi considerada, por metade dos professores, como um modelo. Um dos docentes disse "*é um modelo que veio a existir da coisa existente*" (P4). Já o carrinho de brinquedo três, dos quatro professores, disseram que era um modelo. A professora P4, novamente, justificou que era "*modelo tirado de outro em proporção menor*". Assim, em geral, os professores ainda consideram o modelo como cópia reduzida da realidade ou como um padrão a ser seguido como acontece com Mafalda, que pensa o globo terrestre como cópia reduzida do mundo real. Esse pensamento se deve também a como usamos a palavra modelo no cotidiano e em que contexto. Quando crianças, comumente, usamos modelo, associado a objetos como carrinhos, aviõezinhos, fogõezinhos que são reproduções de objetos reais. Durante o curso uma professora expôs que pensamos modelos

como cópia, pois em situações do dia a dia usamos o conceito dessa forma. Ela fez referência a uma situação: *"e você chega numa loja e você vai comprar coisas que são idênticas. Aí é comum as pessoas falarem 'esse daqui é o mesmo modelo que aquele dali. Então, esse daqui é a mesma cópia'".* Com isso, levamos esse entendimento do conceito ao falar de modelos científicos, gerando uma concepção inadequada. A fotografia é uma cópia da realidade, não podemos dizer que o modelo, na Ciência, também o seja. Pelo contrário, os modelos científicos são construções de nossa mente que não correspondem à realidade e sim, representam uma ideia que temos dessa. Na nossa pesquisa foi evidenciado que, quando o docente entende o modelo como cópia, ele leva essa concepção ao analisar os modelos na Ciência. Uma das professoras, por exemplo, analisou três sistemas (modelos de ensino) como a própria realidade. Como podemos ver a seguir:

*"Não. São propriedades existentes, não é uma coisa feita, já existe na natureza". (fórmula estrutural do  $CO_2$ )*

*"Não. Existente da criação". (ciclo d' água)*

*"Não. Também da natureza ninguém consegue fazer o que está pronto". (simulação dos estados físicos da água)*

Para ela, esses modelos de ensino não são representações parciais da realidade, mas a própria realidade. Uma visão que ela tem de modelos no cotidiano que a influencia a ter uma concepção inadequada, também, no ensino. Na Ciência, quando os modelos são construídos, representam ideias sobre a realidade, sendo limitados, não correspondem a ela.

São produtos da mente humana. Segundo Gilbert e Boulter<sup>27</sup> (1995), o modelo:

Pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar elaboração e teste de novas ideias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado. (p. 32).

Devido a essa distinção de conceitos entre o modelo científico e modelo no cotidiano, faz-se necessária uma discussão das diferenças entre eles, principalmente, quando se trata de ensinar Ciências. A todo o momento usamos modelos científicos em sala de aula, em todos os níveis, desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio. Nas Séries Iniciais temos o diagrama do ciclo da água, maquetes do sistema solar, diagramas da fotossíntese. No Ensino Médio usamos simulações computacionais, animações, representações de estruturas químicas, gráficos. Para usarmos esses e outros modelos é necessário entender o conceito de modelo que discutimos com os docentes ao longo do curso, reconhecer e distinguir os diferentes tipos de modelos que temos no ensino.

No Ensino de Ciências, usamos os modelos curriculares e/ou modelos de ensino. Os modelos científicos são necessários que o professor os conheça, mas não são usados nas aulas de ciências, porque são mais complexos. Por isso, recorreremos aos curriculares. Esses são simplificações dos modelos científicos (GILBERT *et alii*, 2000).

---

<sup>27</sup> GILBERT, J.K. e BOULTER, C.J. Stretching models too far. Annual Meeting of the American Educational Research Association. Anais... San Francisco, 1995. *Apud* Ferreira e Justi (2008).

Quando virmos que aquele modelo curricular não está sendo compreendido pelos alunos é necessário recorrer ao modelo de ensino para auxiliar nesse entendimento. Por exemplo, quando fizemos uma atividade com os professores sobre como estavam organizadas as moléculas de água nos três estados físicos (sólido, líquido e gasoso) o modelo curricular que poderia ser usado é o cinético molecular. Para auxiliá-los na elaboração do modelo, pode ser usado um modelo de ensino como uma simulação computacional dos três estados físicos. Os modelos de ensino são "representações criadas com o objetivo específico de ajudar os estudantes no entendimento de algum aspecto de um modelo curricular" (Justi, 2010 p. 216). Podem ser diagramas, analogias, simulações e desenhos. A representação em 3D do sistema solar, usada para explicação do modelo heliocêntrico é um exemplo de modelo de ensino comum, usado no Ensino Fundamental. O modelo molecular do  $\text{CO}_2$  de bola e vareta, que representa a molécula em 3D de forma concreta, também constitui um modelo de ensino. Em livros didáticos temos vários modelos de ensino tais como, modelo atômico de Rutherford, modelo de Thompson. São modelos muito comuns e podem vir associadas, também, analogias como a relação do modelo de Dalton com a "bola de bilhar". Por isso, necessária uma discussão dos aspectos desses modelos e do entendimento do conceito. São modelos que, geralmente, são apresentados de forma isolada sem conexão com aspectos históricos, levando o aluno até a pensá-los como sendo a própria realidade. Discutir com os alunos as limitações desses e de outros modelos pode tornar o ensino mais crítico e reflexivo. É importante trazer a discussão da natureza dos modelos aos alunos e por que eles são importantes na construção do conhecimento. Para que a natureza deles possa ser discutida, nas aulas de Ciências, o docente precisa compreender o que são modelos e para que eles servem, na Ciência.

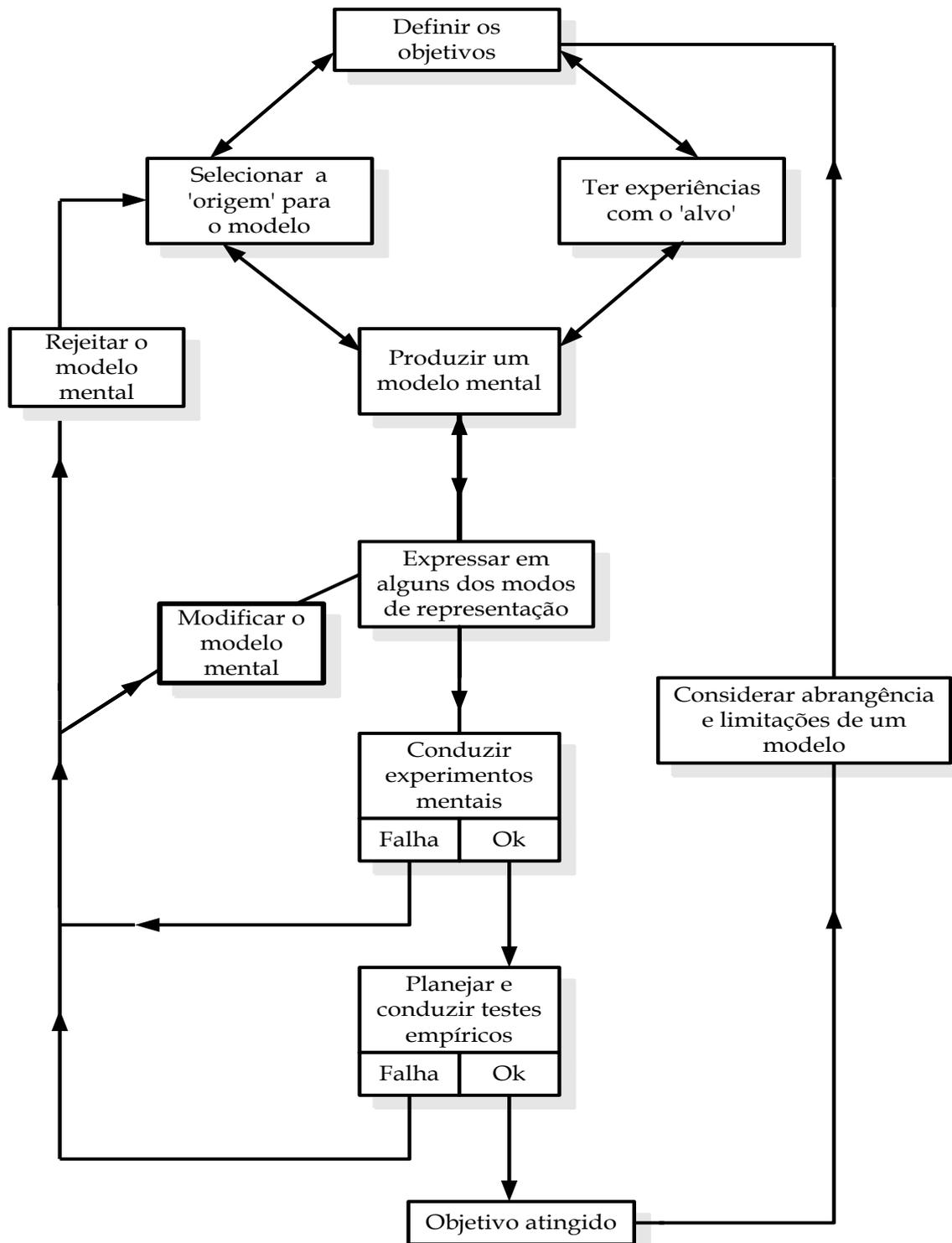
Nas Séries Iniciais, temos o uso do diagrama do ciclo da água e da fotossíntese como exemplos de modelos de ensino. No entanto, esses e outros modelos devem ser usados com cuidado no ensino de Ciências para que se entendam as limitações daquele modelo, e o aluno perceba que o  $CO_2$  não possui aquela estrutura de bola e vareta na realidade. É uma representação de uma ideia da realidade e constitui um modelo que facilita a compreensão daquele conteúdo. Importante que usemos, nas aulas de Ciências, os modelos curriculares e, se necessário, recorramos ao modelo de ensino. Estes servem como uma "ponte" para compreensão daqueles (JUSTI, 2010).

Após compreendermos os modelos que usamos nas aulas de Ciências e em que momentos eles são apresentados, agora, é relevante entender como é a elaboração deles pelos cientistas e de que forma os usamos no ensino de Ciências. Passamos, assim, para abordagem da modelagem no Ensino de Ciências. Para que vários pontos fiquem mais claros, usaremos situações vivenciadas durante o curso. Segundo Ferreira e Justi (2005), os professores só irão conduzir as atividades de modelagem em sala de aula, satisfatoriamente, se eles compreenderem a função dos modelos na Ciência, sendo relevante encorajá-los a desenvolver o conhecimento sobre modelos e modelagem. Para facilitar essa condução das atividades de modelagem, pesquisadores (Justi e Gilbert<sup>28</sup>, 2002) criam um diagrama, "Modelo de Modelagem" (figura 1) com base na construção de modelos pelos cientistas e como o processo pode ser reproduzido na educação. Nele, temos as várias etapas desenvolvidas para criação de um modelo.

---

<sup>28</sup> JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, v. 24, p. 369-387, 2002. *Apud* Ferreira e Justi (2005).

Figura 1 - Diagrama de Modelo de modelagem



Fonte: Justi e Gilbert (2002, p. 371) *Apud* Ferreira e Justi (2005, p. 12).

Iniciamos o processo de modelagem definindo um objetivo a ser alcançado e o sistema a ser modelado. Por exemplo, fizemos algumas atividades durante o curso e, em todas, era preciso identificar qual sistema seria modelado. Uma das atividades (apêndice B) foi sobre as mudanças de estado físico da água. Foi proposta aos professores a criação de modelos para os três estados (sólido, líquido e gasoso). Após delimitar o sistema a ser modelado, a pessoa formula um modelo mental, o que pode vir da modificação de um já existente, ou da produção de seu próprio modelo.

Segundo Ferreira e Justi (2005) a formulação do modelo mental vem a partir da experiência com o alvo, que pode ser feita direta ou indiretamente (já que nem todos os modelos são formulados a partir de fenômenos observados diretamente). Na mesma atividade citada anteriormente levamos alguns experimentos (apêndice B) que proporcionassem essa "experiência com o alvo". Nessa etapa, é muito importante que o professor, ao escolher o fenômeno a ser estudado, considere o que o seu aluno já possui de pré-requisitos que servirão como suporte para elaboração do modelo. Por exemplo, durante o curso ofertado aos professores, selecionamos, juntamente com eles, alguns conteúdos que relataram trabalhar em sala de aula. A partir disso desenvolvemos as estratégias de modelagem. Além da temática dos estados físicos da água foi abordada, também, a imiscibilidade das substâncias; do sistema água e óleo e a interação entre os dois materiais (apêndice C). Inicialmente, não conhecíamos os pré-requisitos existentes em suas estruturas cognitivas para elaboração do modelo. Assim, percebemos que, ao longo da atividade, eles apresentaram algumas concepções alternativas. Eles relacionaram a imiscibilidade água e óleo com a densidade. Um dos docentes disse: *"Eu acho que óleo é mais leve e água mais densa. O fato de a água ser mais pesada ela desce. E o óleo menos denso sobe. O fato de ele ser mais leve faz com que*

*ele flutua acima da água.*” Essa concepção é comum entre os estudantes e, nesse caso foi apresentada também por docentes das Séries Iniciais do Ensino Fundamental. Por isso é necessário que, durante a elaboração das atividades fundamentadas na modelagem, nós, professores, pesquisemos as concepções alternativas<sup>29</sup> que os estudantes possam apresentar durante a elaboração dos modelos. É importante conhecê-las para que elaboremos estratégias que conflitem com essas concepções alternativas, havendo até mesmo uma mudança conceitual pelo aluno.

Após o término da elaboração do modelo mental, é o momento de expressá-lo. O professor pode deixar os alunos livres para exercer sua criatividade na expressão dos modelos. A expressão dos modelos pode ocorrer a partir de vários modos de representação. Segundo Gilbert (2004), modelos possuem um ou mais de cinco modos de representação. Os modos e suas características são:

- O modo concreto: tridimensional e feito de materiais resistentes. Exemplo: modelo de bola e vareta (rede de íons);
- O modo verbal: descrição de entidades e relação entre elas. Exemplo: partes de um modelo de avião.
- O modo simbólico: símbolos químicos, fórmulas e equações químicas. Exemplo: a lei dos gases ideais.
- O modo gestual: faz uso do organismo ou de suas partes. Exemplo: o movimento de íons na eletrólise usando o deslocamento dos alunos.

Os docentes, participantes do nosso curso, trouxeram o modelo representado em seu modo verbal. Como podemos ver no diálogo apresentado abaixo:

---

<sup>29</sup> Concepções alternativas denominadas também de instintivas ou espontâneas são ideias que os alunos apresentam diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica. (GRAVINA; BUCHWEITZ, 1994).

**PQ:** *Como vocês acham que tá o óleo e a água aí microscopicamente? Elaborem um modelo.*

**P7:** *As moléculas do óleo estão bem juntas, aí impede de a água penetrar.*

**P2:** *Essa é uma explicação possível. Prova disso que cria umas bolhas de oxigênio separando as duas. Como se fosse uma camada de oxigênio separando do óleo.*

**P7:** *As moléculas da água não conseguem penetrar nas moléculas do óleo.*

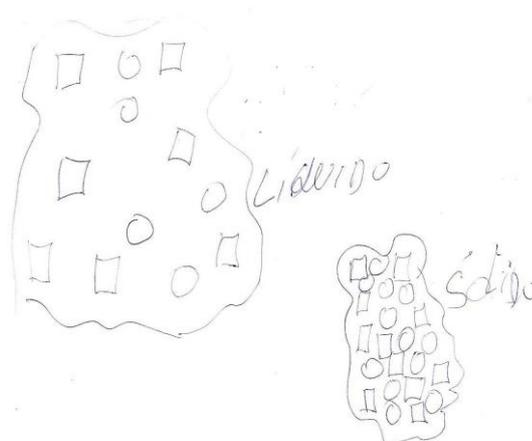
**PQ:** *O que tá interrompendo o contato com a outra?*

**P7 e P2:** *O óleo.*

**P2:** *Eu acho que óleo é mais leve e água mais densa. O fato de a água ser mais pesada ela desce. E o óleo menos denso sobe. O fato de ele ser mais leve faz com que ele flutue acima da água.*

É importante que os alunos, durante as atividades, desenvolvam habilidades que perpassem os diferentes modos de representação. Apresentamos, aqui, o modo de representação verbal, mas eles podem trazer modelos em outros modos de representação. Os docentes apresentaram, ao longo do curso, dificuldades em usar o modo de representação simbólico, principalmente, ao pensarem no modelo em nível submicroscópico. Uma das professoras fez o desenho, (figura 2) abaixo, para representar a organização das moléculas nos estados sólido e líquido:

Figura 2- Moléculas de água no estado sólido e líquido.



Percebemos que ela tentou representar o nível submicroscópico por meio de quadrados e bolinhas, mas não soube identificar o que foi

desenhado em relação às partículas constituintes. As partículas foram representadas com formatos diferentes, evidenciando, também, uma não compreensão do nível simbólico usado na Química. Assim, é necessário que, ao selecionar o conteúdo e conceitos a serem trabalhados nas aulas de ciências, conheçamos os pré-requisitos que eles (alunos ou docentes) possuem para produção dos modelos. O modelo expresso deve estar de acordo com a situação problema inicial e não com o modelo aceito cientificamente. O professor deve dispor, se possível, vários materiais para que os alunos possam expressar seu modelo não os limitando em alguns dos modos de representação.

Na próxima etapa, o modelo expresso que foi consensual no grupo de alunos é testado por experimentos mentais. Esse teste pode ser feito por situações imaginárias que avaliem a aplicabilidade do modelo e/ou seu poder de predição (JUSTI, 2006). Quando o modelo falha durante os experimentos, ele pode voltar novamente ao ciclo, modificando o modelo mental. Esses testes devem ser incentivados e direcionados pelo professor, fazendo uma ligação com a construção de modelos que temos na Ciência, em comparação ao processo que os cientistas desenvolvem para elaboração de modelos. Durante o curso desenvolvemos uma atividade chamada caixa fechada (apêndice D), que possibilitou vivenciar essa fase de teste do modelo. A seguir, um diálogo que representa tal evidência:

*P7: Primeiro deu entender que é um metal porque ele mesmo colou. Só que ele tá prendendo quando a gente movimenta a caixa, principalmente nas brechinhas aqui.*

*PQ: Vocês levantaram alguma hipótese do que seria isso daí?*

*P7: A gente colocou que, provavelmente, deve ser uma lata amassada.*

*PQ: Uma lata amassada? E uma lata amassada cabe dentro da caixinha?*

*P2: Cabe.*

**P5:** *Uma lata de refrigerante gruda? Mas o lacre não grudou? Ai! Essas dúvidas me matam. Tenho certeza que não gruda.*

**P2:** *As de cerveja não sei, porque são todas de alumínio. Toda lata de cerveja é de alumínio, exceto a kaiser. Todas elas são de alumínio. As de refrigerantes só as de Coca Cola que são de metal, aço. As outras são de alumínio.*

O objetivo da atividade era imaginar um modelo para o que havia dentro de uma caixa lacrada sem abri-la. Cada caixa continha um objeto diferente. O professor **P2**, para não mudar seu modelo, trouxe outra informação que sustentava seu modelo; algumas latinhas, segundo ele, são feitas de aço. Assim, percebemos que os docentes traziam objetos conhecidos deles para formulação do modelo ao mesmo tempo testavam o mesmo até chegar a um modelo consensual no grupo. É importante que, nessa fase, durante a modelagem, o professor conduza os alunos a testar seus modelos.

Se for possível, o modelo pode passar por testes empíricos. Sugere-se que "a atividade experimental não seja ilustrativa, mas de natureza investigativa" (JUSTI, 2006, p. 179). Para exemplificar, trazemos novamente a atividade da água e óleo. Os professores apresentaram, por exemplo, uma concepção alternativa de que falamos anteriormente, associando a imiscibilidade água e óleo com a densidade. Para que essa pudesse ser modificada é necessária uma situação que conflite com tal ideia e que o modelo passe por testes, possibilitando, assim, abandonar essa concepção. Uma atividade de Faria (2010) ajuda nessa reflexão (anexo A). Com a realização do experimento é possível comparar as densidades das substâncias, evidenciando que, se a premissa da densidade fosse verdadeira, a água deveria ser mais miscível em óleo de cozinha do que em álcool. Essa atividade, trazida pelo autor, poderia servir como um teste empírico do

modelo deles, o que provocaria até mesmo o retorno do modelo ao ciclo novamente. Essa é a importância de se conhecer as concepções alternativas e trabalhá-las durante a modelagem com os alunos.

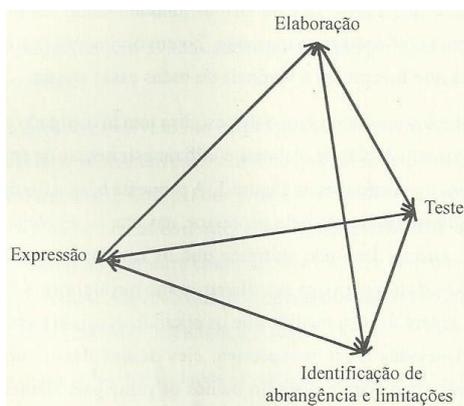
Retornado ao diagrama, quando o modelo teve sucesso na fase de testes, ele atingiu, satisfatoriamente, o propósito colocado inicialmente. Assim, o modelo já pode ser avaliado pelas demais pessoas. Nesse momento, avaliam-se as abrangências e limitações dos modelos. Os alunos são incentivados a apreciar seus modelos, discutindo o alcance deles em responder ao objetivo inicial.

Ao mesmo tempo há uma socialização entre os alunos e os modelos elaborados por eles, equiparando-se ao que os cientistas fazem ao apresentarem seus modelos à comunidade científica. O que proporciona a discussão das limitações dos modelos. É por meio da comunicação dos modelos que o aluno percebe a existência de vários modelos para um mesmo fenômeno. No entanto, o professor não deve julgar o modelo como certo ou errado, mas conduzir o aluno a perceber suas próprias incoerências, o que pode levá-lo à reestruturação do modelo ou até à sua rejeição. Ao participar da proposta de modelagem, os alunos têm a oportunidade de formular perguntas mais críticas; propor explicações e previsões; avaliar o modelo proposto, obtendo novas informações, que podem ajudar na sua reformulação (JUSTI, 2006). A modelagem, em sala de aula, ajuda também os alunos a mudarem algumas concepções erradas sobre modelo, como a consideração de que ele é algo pronto na natureza e não construído pela mente humana (JUSTI, 2010).

Além desse diagrama de Modelo de modelagem descrito anteriormente, tem-se, também, um tetraedro (figura 3) elaborado por Justi (2010) que sintetiza as quatro etapas principais envolvidas na

modelagem que pode ser usado como orientador na elaboração de atividades fundamentadas na modelagem.

Figura 3 - Relacionamento entre as principais etapas envolvidas na modelagem.



Fonte: Justi<sup>30</sup> (2010a) Apud Justi (2010b, p. 223).

A **elaboração** do modelo mental consiste na definição dos objetivos do modelo e na obtenção de informações sobre o sistema modelado. A **expressão** do modelo é realizada a partir da integração de um ou mais dos modelos de representação. A etapa de **testes** se divide em dois tipos: empíricos e mentais. Podem ser usados de acordo ao sistema que se quer modelar. Por fim, a **identificação de abrangência e limitações** do modelo a partir do confronto dele com o objetivo proposto inicialmente.

É importante que os docentes conheçam as concepções alternativas dos alunos e os conhecimentos pré-requisitos que eles devem possuir para elaboração dos seus modelos. Durante o nosso curso, por exemplo, vimos os docentes com dificuldade em pensar no nível submicroscópico, principalmente, quando se falava em partículas e interação entre moléculas. Eles não consideram a descontinuidade da matéria, a sua constituição por espaços vazios. Isso interferiu até no uso de outros modos de

representação, como o modo simbólico, na elaboração dos modelos. Eles não têm vários conceitos químicos estabelecidos em sua estrutura cognitiva. O professor deve estar atento a essas dificuldades na elaboração das estratégias de modelagem, identificando quais modelos curriculares podem ser trabalhados em sala de aula. A inserção dos alunos em estratégias de construção de modelos favorece o entendimento do processo de modelagem e proporciona a compreensão dos conceitos enfocados nas atividades.

A modelagem nas aulas de Ciências traz várias contribuições; os alunos percebem a transitoriedade do conhecimento, entendendo a essência do trabalho científico. Eles compreendem, também, os propósitos dos modelos na Ciência, como pode ser visto, em trechos apresentados pelos professores, após participação das atividades de modelagem:

*P1: E também a partir do momento que ele tem a necessidade, assim, de querer explicar muito e expressar muito aquilo, de comprovar aquilo que ele entendeu, de uma forma e ele não quer só para ele. Então, ele tem que criar um modelo porque as outras pessoas não vai ter o mesmo entendimento que ele. Então, na minha visão, ele cria isso aí para facilitar o entendimento das outras pessoas pra quem ele está querendo passar.*

*P2: Isso. À medida que determinado assunto ou conhecimento tem uma complexidade muito grande só eu domino. Então, é necessário criar um modelo, repetindo o que você já disse, ele tem que criar o modelo para que outros possam alcançá-lo. É o que eu compreendi.*

*P5: Eu vejo assim; o objetivo do cientista também é que o trabalho dele, ele quer que o mundo conheça. Então, não é vantagem pra ele saber de uma coisa e*

---

<sup>30</sup> JUSTI, T. Las concepciones de modelos de los alumnos y el aprendizaje de las ciencias. Um relación compleja y central em la enseñanzade las ciências. In: CAAMAO, A (Ed.). *Didáctica de la física y química*. Barcelona: Graó, 2010. *Apud* Justi (2010b).

*ficar só pra ele. Então, na medida em que ele cria, ele pode ser...*

**P2:** *Socializado.*

Os docentes explicitaram um dos objetivos dos modelos que é "favorecer a comunicação de ideias". (JUSTI, 2010).

Com a modelagem alunos e/ou docentes, também, podem, além de entender para que serve o modelo na Ciência, solucionar problemas e ampliar o que aprenderam para outras situações e contextos diferentes do estudado. Os alunos deixam de ser passivos, como ocorre no ensino convencional, e passam a aprenderem ativos no processo de modelagem, formulando seus próprios modelos, modificando-os quando necessário e, principalmente, associando a atividade em sala com o trabalho que os cientistas realizam ao formularem seus modelos científicos. Ultrapassam, assim, possíveis dificuldades no entendimento desses modelos.

Acreditamos que, com esse texto de apoio, professores e/ou pesquisadores como nós que queiram trabalhar nessa área de pesquisa, possam compreender como a modelagem pode ser conduzida em sala de aula e quais são suas contribuições para o ensino de Ciências.

## Referências bibliográficas:

ALVES, R. A alegria de ensinar. São Paulo: Editora Ars Poética, 1994.

FARIA, A. G. V. Densidade x forças intermoleculares- Uma proposta de superação de um obstáculo epistemológico. Dissertação (Mestrado em Ensino), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o "Fazer ciência". **Revista Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.

\_\_\_\_\_. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, BAURU. **Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. BAURU: ABRAPEC, 2005, p.1-12.

GILBERT, K. J. Models and modelling: Routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, n. 2, p. 115-130, 2004.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In: GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J. (Eds.). *Developing models in science education*. Dordrecht: Kluwer, p. 3- 17, 2000.

GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 16, n. 1-4, p. 110- 1119, 1994.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais poucos discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Rio Grande do Sul: UNIJUÍ, 2010.

\_\_\_\_\_. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Revista Enseñanza de las ciencias**, v. 2, n.º 24, p. 173-184, 2006.

## Apêndice A

### **Atividade I - Concepção de modelo em contexto de relato de experiência**

#### Objetivo

Levantar as concepções dos professores sobre o conceito de modelo, por meio do relato de experiência.

#### Dinâmica:

Os professores serão organizados em duplas. Será solicitado que cada dupla conte experiências vividas no contexto de sala de aula, situação (situações) em que foi (foram) utilizado(s) modelo(s) para auxiliar na aprendizagem de conceito(s) por parte de seus alunos. Para a apresentação, deverá ser utilizado qualquer material, entre os disponibilizados. A apresentação de cada experiência será feita pelo outro colega, ou seja, cada um apresentará a experiência relatada por seu colega de grupo.

Materiais disponibilizados: lápis, pincel atômico, caneta, cartolina, giz de cera, tesoura, barbante, massa de modelar, revistas, clipes.

### **Atividade II - Analisando diferentes sistemas e identificando modelos**

#### Objetivo

Identificar como os professores caracterizam um modelo.

#### Dinâmica:

Cada professor (a) escreverá no quadro recebido qual (is), entre os sistemas apresentados, considera ser um modelo, justificando. Os quadros serão recolhidos para análise e discussão em encontros subsequentes.

Quadro - Sistemas.

<b>Sistema</b>	<b>Modelo?</b>	<b>Por quê?</b>
Mapa-Múndi	( ) Sim ( ) Não	
Fotografia	( ) Sim ( ) Não	

Fórmula estrutural do $\text{CO}_2$	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Carrinho de brinquedo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Ciclo da Água (anexo)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Simulação dos estados físicos da água <sup>31</sup>	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Fotossíntese (anexo)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

**10h30min às 10h45min:** Intervalo

**10h45min às 11h30min**

Apresentação da Plataforma Moodle - importância para as discussões, realização de atividades, troca de experiências etc.

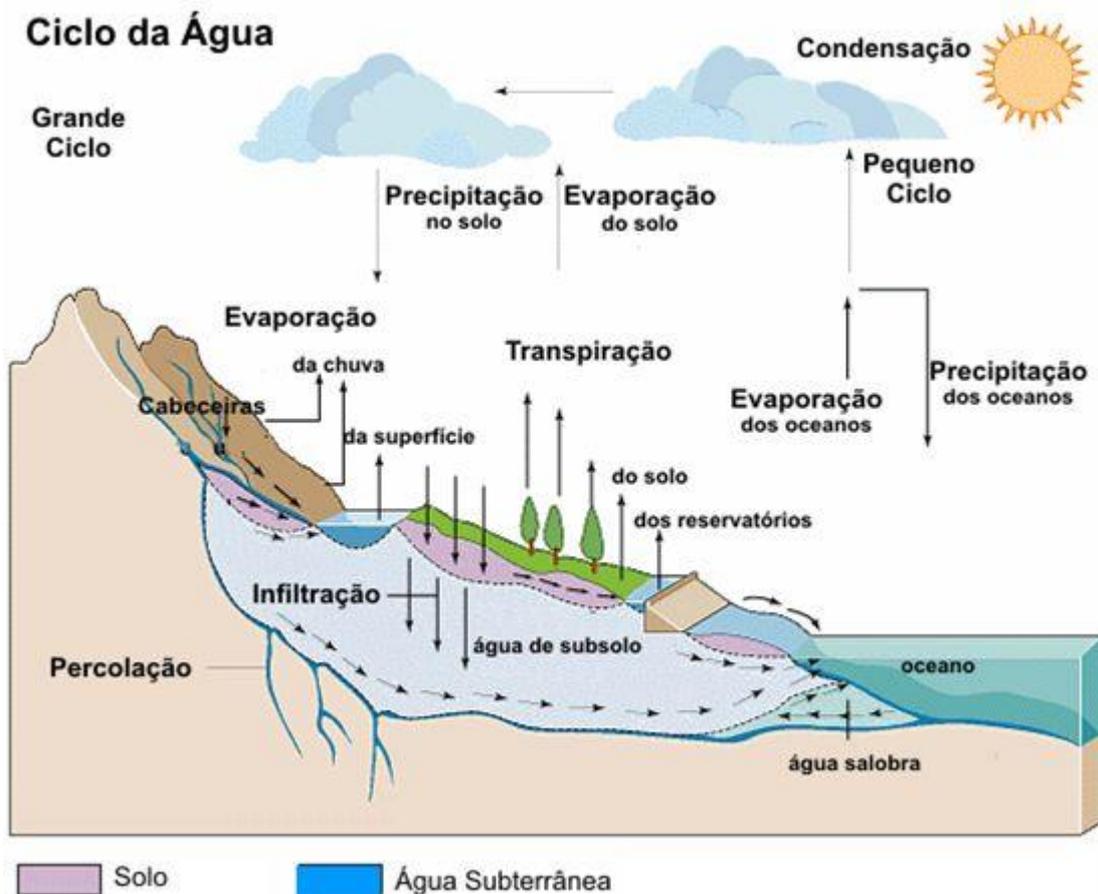
**11h30min às 12h**

Fechamento do primeiro encontro - avaliação por parte de todos e de cada um.

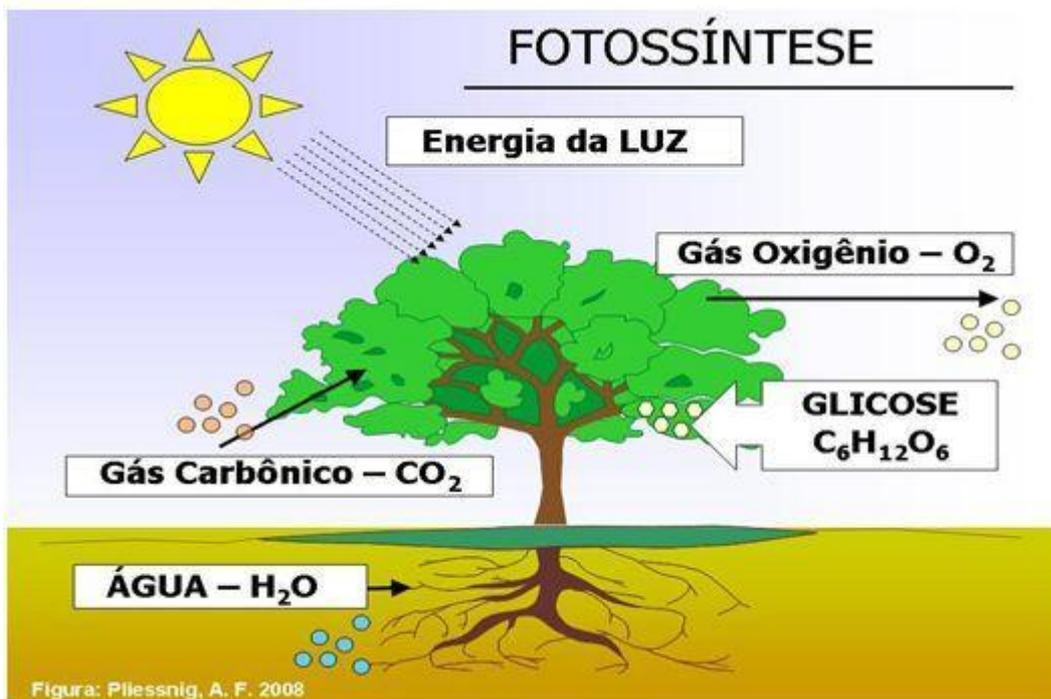
---

<sup>31</sup> Disponível em: <http://atomoemeio.blogspot.com.br/2009/03/simulador-estados-fisicos-e-as-mudancas.html> . Acesso em: 09 de abril de 2012.

## Anexo do Apêndice A



[http://canalazultv.ig.com.br/redeambiente/agua\\_saladeaula.pdf](http://canalazultv.ig.com.br/redeambiente/agua_saladeaula.pdf)



## Apêndice B

### Roteiro do sexto encontro

#### Atividade I- Os três estados físicos da água

#### **Experimento I**

O que acontece com a água líquida em três recipientes diferentes?

Procedimentos: Você recebeu três recipientes com formatos diferentes, coloque 100 mL de água em cada um dos recipientes.

2) Após a realização dos procedimentos, vamos pensar sobre o que vimos. O que você observou macroscopicamente? E microscopicamente, como você faria um modelo para representação da água em estado líquido? (use desenhos e/ou os materiais disponíveis).

#### **Experimento II-**

O que acontece com o gelo em três recipientes diferentes? Por que o gelo fica na superfície quando fazemos uma limonada?

Procedimentos:

c) Você recebeu três recipientes com formatos diferentes, coloque um cubo de gelo (o mesmo) em cada um dos recipientes.

d) Em seguida, coloque um cubo de gelo dentro de um quarto recipiente com água líquida.

3) Após a realização dos procedimentos, vamos pensar sobre o que vimos. O que você observou macroscopicamente na letra a? E microscopicamente, como você faria um modelo para representação da água em estado sólido? (use desenhos e/ou os materiais disponíveis)

4) Faça um modelo para representar o que aconteceu no item b.

### **Experimento III**

Por que a roupa seca no varal?

Procedimentos: Com o conta-gotas coloque uma gota de água sobre o papel absorvente.

3) Após a realização dos procedimentos vamos pensar sobre o que vimos. O que você observou macroscopicamente? E microscopicamente, como você faria um modelo para representação da água em estado gasoso (vapor)? (use desenhos e/ou os materiais disponíveis)

4) Se vapor d'água a  $100.^{\circ} C$  e 1 atm., estivesse armazenado em um reservatório de 1000L e, se a temperatura caísse para  $25^{\circ} C$ , a água líquida formada poderia ser toda transferida para um frasco de 1 L, ou seriam necessários mais frascos? Compare os modelos das atividades I e III, em seguida, justifique sua resposta.

### **Experimento IV**

O que acontece quando acrescentamos sal a um recipiente totalmente cheio de água?

Procedimentos: Em um recipiente coloque água até enchê-lo. Em seguida, aos poucos, coloque sal.

2) O que aconteceu macroscopicamente? E microscopicamente como você faria para explicar o sal dissolvido na água usando modelos? Você pode usar o mesmo modelo da atividade 1 para explicar esse fenômeno?

## Apêndice C

### Roteiro do quinto encontro

#### Atividade I - Água e óleo / desenho invisível

##### Objetivo:

- Vivenciar as etapas "ter experiências 'com alvo'"; "produção de um modelo mental"; e "expressão em alguns dos modos de representação".

Dinâmica: Os professores serão divididos em dois grupos. Será entregue aos grupos um roteiro com as instruções para realização do experimento. Para ajudar na elaboração dos modelos, um texto de apoio será disponibilizado.

##### Roteiro experimental:

##### Questionamento:

Você já deve ter visto alguma reportagem sobre acidentes ambientais, nos quais ocorre um vazamento no casco de grandes navios e esses deixam vazar petróleo nas águas do mar. Mas, você já se perguntou, por que o petróleo/óleo fica na superfície da água?

3) Para ajudar em sua explicação faça os seguintes experimentos:

- Experimento I- água + óleo: Em um copo de plástico coloque água e óleo.
- Experimento II- desenho invisível: Em uma folha de papel branca, faça um desenho, ou escreva algo com uma vela. Em seguida, passe tinta guache à base de água sobre ele. Por fim, espere secar.

4) O que vocês observaram, em nível macroscópico, nos dois casos? Em nível microscópico como vocês explicam os fenômenos? Use desenhos, esquemas para elaborar seu modelo.

## Apêndice D

### Atividade II- "Caixa fechada"

#### Objetivo:

- Vivenciar, através de uma atividade prática, a modelagem promovendo a identificação de algumas das etapas envolvidas no processo de construção de modelos na Ciência: "ter experiências com alvo", "produção de um modelo mental";
- Favorecer a compreensão de alguns aspectos dos modelos: limitações, abrangências, existência de mais de um modelo.

Dinâmica: Dividiremos o grupo de professores em dois grupos menores. Cada grupo receberá três caixas lacradas e numeradas. Cada uma com um objeto dentro (algodão, bolinha de tênis, bolinha de ping pong, gancho de metal, cliques). O seguinte questionamento será levantado: "O que há no interior da caixa?" Será orientado aos professores que a caixa não poderá ser aberta, que, através da manipulação da caixa, informações serão obtidas e poderão contribuir para uma possível hipótese sobre o que tem dentro da caixa. Serão disponibilizados ímãs, uma vasilha com água (para saber se a caixa flutua, ou afunda), para que possíveis testes possam ser feitos com a caixa. Além disso, os sentidos (audição, olfato, visão) poderão auxiliar também no levantamento de hipóteses. Ao final, não abriremos a caixa. Os dois grupos socializarão, e cada qual colocará as suas conclusões sobre o que há dentro dela. Como as três caixas serão entregues com objetos semelhantes, ao final podem-se comparar os modelos dos dois grupos, expondo os dados obtidos que influenciaram na produção do seu modelo. Deixando claro que podemos conviver com mais de um modelo para uma mesma entidade, que nossos modelos são construídos a partir de

conhecimentos anteriores que possuímos e de interpretações pessoais do que se pretende modelar.

Avaliação do encontro: foi realizada com os apontamentos pelos professores sobre aspectos positivos e negativos das atividades e sugestões para os próximos encontros.

## Anexo A

### Proposta de Atividade sobre densidade

#### Material necessário:

- 3 provetas de 50 mL.
- Um recipiente contendo, pelo menos, 110 mL de água destilada.
- Um recipiente contendo, pelo menos, 110 mL de álcool 92,8° GL.
- Um recipiente contendo, pelo menos, 110 mL de óleo de cozinha.
- Um bastão de vidro ou semelhante para escorrer os líquidos de forma lenta e cuidadosa.
- Balança de precisão com o sistema de tara.

#### Procedimentos:

- Tara-se uma proveta na balança e despeja-se água suficiente para completar exatamente 50 mL, tomando os cuidados necessários para evitar respingos na parede da pipeta. Em seguida, anota-se a massa observada.
- O mesmo deverá ser repetido com o álcool e também com o óleo de cozinha.

#### Resultado obtido:

Os dados deverão ser anotados no quadro negro juntamente com seus respectivos volumes, conforme exemplo a seguir.

Água      álcool      óleo de cozinha

$m = 49,62\text{g}$

$m = 39,83\text{g}$

$m = 45,78\text{g}$

$v = 50\text{ mL}$

$v = 50\text{ mL}$

$v = 50\text{ mL}$

Em seguida, calculamos a densidade, com pelo menos três casas após a vírgula, obtendo os seguintes resultados.

Água

álcool

óleo de cozinha

$d = 0,9924\text{g/mL}$

$d = 0,7966\text{g/mL}$

$d = 0,9156\text{g/mL}$

## ***ANEXOS – Dissertação***

## ANEXO A

### Proposta de Atividade sobre densidade

#### Material necessário:

- 3 provetas de 50mL.
- Um recipiente contendo, pelo menos, 110mL de água destilada.
- Um recipiente contendo, pelo menos, 110mL de álcool 92,8° GL.
- Um recipiente contendo, pelo menos, 110mL de óleo de cozinha.
- Um bastão de vidro ou semelhante para escorrer os líquidos de forma lenta e cuidadosa.
- Balança de precisão com o sistema de tara.

#### Procedimentos:

- Tara-se uma proveta na balança e despeja-se água suficiente para completar exatamente 50mL, tomando os cuidados necessários para evitar respingos na parede da pipeta. Em seguida, anota-se a massa observada.
- O mesmo deverá ser repetido com o álcool e também com o óleo de cozinha.

#### Resultado obtido:

Os dados deverão ser anotados no quadro negro juntamente com seus respectivos volumes, conforme exemplo a seguir.

Água    álcool    óleo de cozinha

$$m = 49,62g$$

$$v = 50 \text{ mL}$$

$$m = 39,83g$$

$$v = 50 \text{ mL}$$

$$m = 45,78g$$

$$v = 50 \text{ mL}$$

Em seguida, calculamos a densidade, com pelo menos três casas após a vírgula, obtendo os seguintes resultados.

Água

$$d = 0,9924g/mL$$

álcool

$$d = 0,7966g/mL$$

óleo de cozinha

$$d = 0,9156g/mL$$

## **ANEXO B**

### **Mudança dos estados físicos da água e sua função**

**Participantes do grupo: Joana, Andréa e a docente P1.**

**Escola onde será aplicado:**

**Público alvo: Educação Infantil e Ensino Fundamental (G5, 1º e 4º anos)**

#### **JUSTIFICATIVAS:**

A água é a substância que compõe todo o planeta Terra. Superfícies como oceanos, mares, terra e outros são compostos por água.

O ser humano necessita da água para sobreviver desde os tempos mais antigos, pois a água também faz parte do corpo humano. Seus órgãos e organismos são compostos por água.

Diante dessa realidade, o homem sentiu a necessidade de estudá-la de diversas formas, principalmente, suas mudanças físicas no meio ambiente. A água se tornou fonte de estudo ao longo dos séculos, principalmente, por causa das mudanças climáticas surgidas nesse tempo. Atualmente, a temperatura tem aumentado em algumas regiões e diminuído em outras, prejudicando a relação do homem com o meio ambiente.

Esse projeto tende a fazer os alunos refletirem as mudanças dos estados físicos da água no Ensino Infantil (G5 e 1º ano) e Ensino Fundamental (4º ano), onde se percebe que a água deve ser bastante valorizada nessa fase da vida. Isso por que não temos água suficiente para consumirmos no ambiente e grandes mudanças climáticas vão influenciando esse estado físico diante do meio ambiente.

Ensinar os princípios dos estados físicos da água e sua importância no Ensino Infantil e Fundamental consiste em construir conceitos baseados em experiências científicas e outras atividades relacionadas ao tema proposto no projeto. Assim, esta é a proposta do projeto; fazer com que os alunos construam seus próprios modelos sobre o estado físico da água.

Para facilitar o desenvolvimento do projeto, os procedimentos e anexos serão divididos de acordo com as séries citadas acima, diante das diferentes abordagens feitas no assunto retratado aqui.

## OBJETIVOS

- Reconhecer a transformação da água nos estados físicos: sólido, líquido e gasoso e suas propriedades.
- Compreender que a água está em constante movimento na natureza, mudando de um lugar e de estado físico, no chamado ciclo da água.
- Identificar a água em cada estado físico

## CONTEÚDOS

- Estado físico da água (sólido, líquido e gasoso)
- Mudanças dos estados físicos da água (transformação em fusão, solidificação e vaporização)

### Tempo estimado

Uma semana

### MATERIAL NECESSÁRIO:

Recipientes com água, massa de modelagem, folhas ofício, lápis de cor, canetinha, papel para anotação, fogo, panela, melancia, pó de suco, forma de gelo, lamparina, papel, xícara, tampa e gelo, data show (slide) e vídeos.

## PROCEDIMENTOS

### G 5 (EDUCAÇÃO INFANTIL)

#### Água no estado Líquido:

- Entregar para cada aluno um copo descartável e colocar água.
- Pedir para observar como ficou a água no copo. E perguntar se ficou algum espaço vazio?
- Explicar para os alunos (a água líquida ocupa a forma do recipiente).
- Explorar sobre as várias formas de água: potável, água da chuva, água dos rios, etc.
- Pedir para os alunos ilustrarem a água que consomem.

### Água no estado sólido

- Colocar em umas recipientes pedras de gelo e distribuir para os alunos.
- Pedir que os alunos observassem a forma que o gelo vai derretendo.
- E fazer explicação do assunto, sempre explorando com os alunos.

### Água no estado gasoso

- Ferver a água na cantina da escola.
- Levar os alunos para próximo da cozinha sem entrar nela.
- Pedir que os alunos observassem o que acontece quando a água ferve.
- Pedir para os alunos ilustrarem a observação que fizeram da água fervendo.

**OBS: ANEXO RELATÓRIO, FOTOS E ATIVIDADES DAS EXPERIÊNCIAS SOBRE O ESTADO FÍSICO DA ÁGUA.**

## 1º ANO

### A água no planeta

- Fazer vários questionamentos sobre a água: De onde vem a água? Vocês acham que um dia essa água vai acabar? Onde a água do nosso planeta pode ser usada?
- Depois, explicar a importância da água para os seres vivos.
- Dividir a turma em grupos e pedir que os alunos registrem em desenho, onde a água pode ser encontrada.

### Uso da água

- Discutir com a turma a preservação do meio ambiente pelo homem: A água pode acabar um dia? Se a água acabar quem será o culpado? A vida do planeta Terra depende da água?

- Explorar com os alunos a melhor forma de utilização da água sem desperdício. E pedir que os alunos desenhem onde podemos encontrar a água potável.

#### Planeta Terra ou planeta Água?

- A professora faz um contexto com que está sendo estudado nesses dias.
- Apresentar um mapa com o planeta Terra para os alunos.
- Criar um gráfico, com os alunos, sobre a quantidade de água no planeta.
- Fazer uma pequena exploração do que os alunos construíram com a professora.

#### Estados físicos da água

- Revisar os temas abordados anteriormente.
- Explicar a importância da água para sobrevivência.
- Entregar para os alunos um pedaço de melancia e explicar que os alimentos também têm água.
- Abordar os estados físicos da água por meio de objetos: gelo, água e vapor.
- Fazer a seguinte experiência: Os alunos utilizarão os seguintes materiais para confecção de “dindim” (água, pó, açúcar e copinho descartáveis).
- Por meio dessa experiência e explicar como podemos encontrar a água nos estados líquido, sólido e gasoso.

#### Mudança de estado da água

- Revisar o conteúdo visto na aula anterior.
- A professora deve fazer a seguinte explanação dos assuntos sobre a água: Vocês tomam sorvete em que época do ano? Vocês já viram o que acontece com o espelho do banheiro quando tomamos banho? E o que acontece com a melancia quando comemos?
- Falar para os alunos que a água pode ser encontrada no estado líquido, sólido e gasoso, citando exemplo.
- Para que os alunos entendam a mudança do estado físico da água, será feito o seguinte experimento: Pegar um recipiente transparente e colocar água, acender a lamparina para aquecer a água. Depois colocar o arroz.

E o que aconteceu com a água do arroz? O vapor de água é invisível, por isso não conseguimos vê-lo.

- Explicar para os alunos a mudança de estado físico da água e sua função.

#### **4º ANO**

- Explicar para os alunos a importância da água com exposição de vídeo do Youtube sobre a água (explicação) (Anexo 1)
- Apresentar a água nos três estados físicos por meio de objetos (gelo, água e água fervendo – Anexo 1)
- Explicar como ocorrem as mudanças físicas da água por meio de experiências. (Anexo 2).
- Pedir que os alunos construíssem por meio de massa de modelar o que viram nas experiências.
- Produzir vários modelos de mudança do estado físico da água com os alunos por meio de desenho e depois pedir que escrevam o que como foi realizado o experimento com toda a turma. (Anexo 2)
- Dividir a turma em grupo e cada grupo irá relatar por desenhos, modelagem ou escrita a experiência utilizada. (Anexo 3 )
- Explorar o surgimento de algumas situações como evaporação, solidificação e ebulição por meio de aula expositiva (Anexo 6)
- Exploração da imagem da água e sua mudança por meio de um modelo criado pelos cientistas. (Anexo 4)
- Investigação do assunto da água nos estados físicos. (Anexo 5)

#### **AValiação das Atividades**

- Participação dos alunos nos experimentos propostos.
- Criação do seu próprio modelo sobre a mudança do estado físico da água.

- Produção de pequenas explicações sobre o experimento e desenhos sobre as experiências.

## ANEXO C

### A importância da água

#### 1. IDENTIFICAÇÃO:

- a) Nome do projeto:
- b) Nome do autor do projeto: docente Márcia
- c) Público alvo: 5º ANO “A”
- d) Tema: ÁGUA
- e) Duração prevista para o projeto: 1 e 15 dias

#### 2. OBJETIVOS:

- \* Identificar o processo envolvido no tratamento da água.
- \* Reconhecer a importância da água doce no planeta.
- \* Apresentar as fases que compõem o sistema de abastecimento público

#### 3. JUSTIFICATIVA:

É crescente a preocupação do setor de saneamento para que os nossos alunos possam levar em consideração a importância da água e analisar o uso indevido da mesma. Para tanto, fazem-se necessárias constantes transformações que visem ao desenvolvimento de suas atividades de saneamento, a conservação ambiental e que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da população. Sendo assim, para conseguir ter sucesso nesse mercado, é preciso dentre muitos fatores, que a companhia de saneamento se preocupe em melhorar constantemente os processos que geram impactos ambientais significativos; prevenir e reduzir os riscos e danos ambientais; atender à legislação ambiental aplicável em suas atividades; estabelecer, revisar e acompanhar os objetivos e metas ambientais; promover a comunicação com as partes interessadas e disseminar ações para educação ambiental.

#### 4. METODOLOGIA:

- \*Terá início a aula com a música “Planeta Azul” de Chitãozinho e Xororó. Trabalhar a letra e solicitar aos alunos que a analisem, em seguida colocar a música para que os alunos a escutem.
- \* Levar os alunos à ETA ( Estação de Tratamento de Água) para eles observarem como é procedimento da água que abastece a sua casa. Depois

da visita, dividir a turma em grupo para que possam fazer um modelo do que observaram e escutaram do palestrante, com massas de modelar.

\*Os alunos apresentarão entre si.

\*Depois do modelo pronto, expor os trabalhos realizados para os outros alunos da escola juntamente com relatório individual.

#### 5. CRONOGRAMA:

1º aula: Apresentação da música “Planeta Água” e trabalhar a letra e depois ouvir a música.

2ª aula: Dividir a turma em grupo para o debate sobre a letra da música.

3º aula: Visita à ETA (Estação de Tratamento de Água).

4º aula: Dividir a turma em grupo para que possam fazer os modelos do que observaram e ouviram na ETA, com massas de modelar e, em casa, cada um redigir um relatório sobre a visita.

5º aula: Exposição dos modelos para os outros alunos (entre eles).

6º Aula: Apresentação para outras turmas da escola.

#### 6. MATERIAIS:

\* CD, SOM, FOLHA XEROCADA, ÔNIBUS, HUMANOS, MASSAS DE MODELAR, CAIXA DE PAPELÃO.

#### **Plano de aula: 11/09/2012**

- a. Aula/tema: A importância da Água
- b. Objetivos: \* Compreender a importância da água para o nosso Planeta.

\*Analisar que os animais estão morrendo por causa da poluição.

- c. Procedimentos: Pedir para que os alunos escutem a música, depois distribuirei a folha xerocada com a letra da música para que cada aluno analise a letra.
- d. Avaliação: Pela participação dos alunos na hora em que estava passando a música.
- e. Material a ser utilizado: Som, CD, Folha xerocada.

#### **Plano de aula: 13/09/2012**

- a. Aula/tema: A importância da Água.

- b. Objetivos:\* Identificar com a letra da música vários fatores de poluição da água.

\*Perceber que as águas dos rios secam por consequência da ação humana.

c. Procedimentos: Dividir a turma em 4 grupos de 5 pessoas para que eles analisem a letra da música. Cada grupo ficará com um parágrafo da letra da música para debaterem entre si e depois cada um colocará a sua opinião para a turma toda.

d. Avaliação: Pela exposição oral dos alunos no debate.

e. Material a ser utilizado: Folha Xerocada.

### **Plano de aula: 27/09/2012**

a. Aula/ tema: Tratamento da Água

b. Objetivos: \* Compreender como é feito o tratamento da água.

\* Identificar as várias etapas do tratamento da água.

c. Procedimento: Levar os alunos para visitar à ETA, pedindo para que eles observem tudo e escutem atentamente toda a explicação feita pelo o operador.

d. Avaliação: Pela participação dos alunos na visita e comportamento.

e. Material a ser utilizado: Humano, Ônibus, Palestrante.

### **Plano de aula: 01/10/2012**

a. Aula/tema: Tratamento da Água

b. Objetivos:\* Montar uma maquete de como são feitos os procedimentos para o tratamento de água.

\* Relatar, em forma de modelo e modelagens, todas as etapas do tratamento de água.

c. Procedimento: Separar a turma em grupo para que cada grupo monte uma maquete de cada etapa do tratamento de água, e que cada grupo faça um relatório, falando de cada etapa.

d. Avaliação: Pela montagem da maquete e pelos relatórios.

e. Material a ser utilizado: Caixa de Papelão, massa de modelar, folhas brancas.