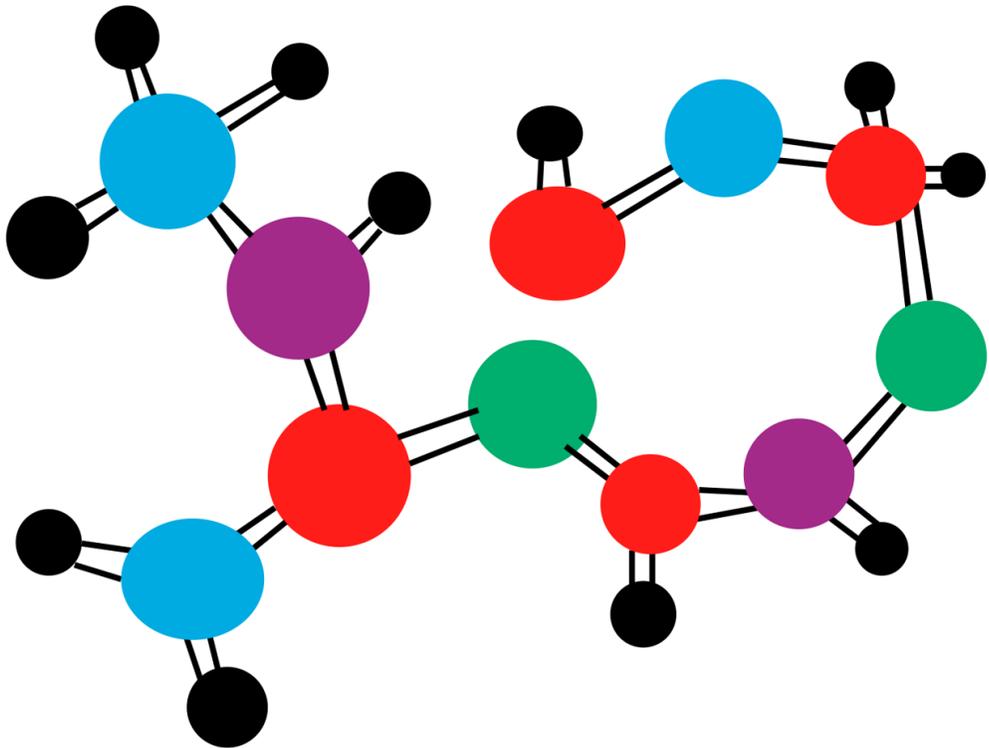


RAFAEL DE JESUS SANTANA

# DA FORMAÇÃO INICIAL À PRÁTICA DOCENTE:

UM ESTUDO SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA  
DOS MODELOS ATÔMICOS NO ATHENEU SERGIPENSE



Editora  
**SEDUC**

**DA FORMAÇÃO INICIAL À PRÁTICA DOCENTE: UM ESTUDO  
SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DOS MODELOS  
ATÔMICOS NO ATHENEU SERGIPENSE**

**RAFAEL DE JESUS SANTANA**

**DA FORMAÇÃO INICIAL À PRÁTICA DOCENTE: UM ESTUDO  
SOBRE A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DOS MODELOS ATÔMICOS  
NO ATHENEU SERGIPENSE**

**ARACAJU-SE  
2020**

**GOVERNADOR DO ESTADO DE SERGIPE**  
Belivaldo Chagas Silva

**VICE-GOVERNADORA DO ESTADO DE SERGIPE**  
Eliane Aquino Custódio

**SECRETÁRIO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, DO  
ESPORTE E DA CULTURA**  
Josué Modesto dos Passos Subrinho

**SUPERINTENDENTE EXECUTIVO DE EDUCAÇÃO**  
José Ricardo de Santana

**SUPERINTENDENTE ESPECIAL DE ESPORTE**  
Mariana Dantas Mendonça Gois

**Coordenador do Programa Editorial da SEDUC**  
Sidiney Menezes Gerônimo

**Assessor Administrativo do Programa  
Editorial da SEDUC:** Jonas José de Matos Neto

**Membros do Conselho Editorial:**  
Josué Modesto dos Passos Subrinho  
(Presidente), Sidiney Menezes Gerônimo  
(Coordenador), Simone Paixão Rodrigues,  
Rosemeire Marcedo Costa, Eliana Midori  
Sussuchi, Débora Evangelista Reis Oliveira,  
Roberto Jerônimo dos Santos Silva, Aglaé  
D'Ávila Fontes.

Da formação inicial à prática docente: um estudo sobre a transposição didática dos modelos atômicos no Atheneu Sergipense - Rafael de Jesus Santana

**Diagramação:** Isabela de Abreu Hsu  
**Capa e Projeto gráfico:** Isabela de Abreu Hsu  
**Editora SEDUC – 2021**

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

Santana, Rafael de Jesus

S232f Da formação inicial à prática docente: um estudo sobre a transposição didática dos modelos atômicos no Atheneu Sergipense / Rafael de Jesus Santana. – Aracaju : Editora SEDUC, 2021.  
168 f. : il. color r – (Coleção História de Sergipe)

ISBN 978-65-5371-017-7

1. Formação Inicial. 2. Prática Docente. 3. Modelo Atômico - Química. I. Santana, Rafael de Jesus. II. Título.

CDU: 54:37.091.3

**Ficha elaborada pela bibliotecária Ma. Isis Carolina Garcia Bispo – CRB-2037**



Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura - SEDUC  
Rua Gutemberg Chagas, 169, DIA Inácio Barbosa, Aracaju - SE | CEP: 49040-780

# O PROGRAMA EDITORIAL DA SEDUC

O Programa Editorial da Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura - SEDUC/SE apresenta à sociedade os livros produzidos por estudantes, professores(as), profissionais de gestão e pesquisadores(as) em geral, envolvidos(as) com as redes públicas estadual e municipais da educação sergipana. O lançamento dessas obras sinaliza para a concretização de metas estabelecidas no **Plano de Governo Pra Sergipe Avançar (2019-2022)**, cuja execução contou com a participação do Conselho Editorial da SEDUC, de representantes das comunidades escolares e das academias de letras locais. O resultado dessa construção coletiva está materializado nas **Coleções de livros** do Programa Editorial da SEDUC.

**A magia de escrever e desenhar** é a coleção que cultiva o jardim das primeiras letras, cuidando carinhosamente do processo de alfabetização. A coleção **Estudante escritor(a)** cuida de cada palavra como flor do processo de letramento, que evolui junto com nossos(as) estudantes dos ensinos fundamental e médio.

Já a coleção **Palavra de Educador(a)** transforma dissertações e teses em livros científicos, bem como publica as aventuras docentes pelo universo literário. A coleção **Saberes em gestão educacional**, por sua vez, abriga a produção dos(as) profissionais de gestão que atuam nas estruturas administrativas da SEDUC e das Secretarias Municipais de Educação - SEMEDs.

**Histórias de Sergipe** é o nome da coleção responsável pela preservação da memória sergipana, ao passo que a coleção **Paradidáticos sergipanos** gesta material de apoio didático para todos os componentes curriculares da educação básica. Por fim, a coleção **Autores(as) da inclusão** abraça as criações de estudantes com deficiência no âmbito da educação pública do nosso Estado.

Espera-se que, a cada ano letivo, um novo empreendimento editorial seja divulgado, a fim de que as comunidades escolares possam desenvolver uma cultura escolar do hábito da leitura e da produção da escrita.



**Josué Modesto dos Passos Subrinho**  
Secretário de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura

*O professor  
disserta sobre ponto  
difícil do programa.  
Um aluno dorme,  
cansado das canseiras  
desta vida.  
O professor  
vai sacudi-lo?  
Vai repreendê-lo?  
Não.  
O professor baixa a voz,  
Com medo de acordá-lo.*

Carlos  
Drummond  
de Andrade

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, fonte da vida e inspiração.

À minha amada esposa Sayonara Rodrigues pelo incentivo e parceria de sempre.

À minha filha Ana Lis pelo amor incondicional e inexplicável.

Aos meus pais, Eliezer e Maria do Carmo por sempre acreditarem no meu potencial.

À minha orientadora, professora Dr<sup>a</sup>. Maria Neide Sobral, pelas relevantes contribuições para que eu obtivesse êxito na realização da pesquisa.

À minha co-orientadora, Professora Dr<sup>a</sup>. Samísia Maria Fernandes Machado, pelo apoio durante a idealização e concretização da pesquisa.

Às professoras e aos alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense por terem contribuído para a realização da pesquisa.

À SEDUC-SE/SEGRASE pelo apoio para a publicação desta obra.

# SUMÁRIO

PREFÁCIO | 11

APRESENTAÇÃO | 17

INTRODUÇÃO | 21

## CAPÍTULO I

### FORMAÇÃO DE PROFESSORES, TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E MODELOS ATÔMICOS: AS CADEIAS DO SABER

1.1 Formação e atuação do professor de Química | 37

1.2 A teoria da Transposição Didática | 47

1.3 Modelos no ensino de Química | 56

1.4 Breve histórico sobre o atomismo | 60

## CAPÍTULO II

### FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE QUÍMICA: SABER ENSINADO/APRENDIDO

2.1 O curso de licenciatura em Química da UFS | 73

2.2 Formação e atuação de professores de Química sob  
diferentes perspectivas | 81

2.3 Percepções de egressos da UFS sobre a Transposição  
didática dos modelos atômicos na formação inicial do  
professor de Química | 88

2.3.1 Exame do livro-texto Química: ciência central | 104

## CAPÍTULO 3

### A PRÁTICA DO PROFESSOR DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: O QUE, COMO E COM QUAIS RECURSOS ENSINAM OS MODELOS ATÔMICOS

## PREFÁCIO

A vida acadêmica é preche de desafios, dificuldades, encontros e encantos! O cotidiano de trabalho formativo, alinhado a uma política de autoformação, exige-nos comprometimento intensivo com as atividades de docência, extensão e pesquisa. Alinhados ao “saber sábio” e ao “saber a ser sabido”, buscamos sempre um saber de como “ensinar a saber”.

Nossas práticas e reflexões no campo de pesquisa sempre foram fortalecidas pelas interlocuções, trocas e aprendizagens que construímos com nossos alunos em sala de aula e nos trabalhos de orientação. Rafael de Jesus Santana foi o primeiro encontro que tivemos como orientadora e a professora Samísia Fernandes, como coorientadora, cuja defesa de mestrado do trabalho intitulado “Formação e Atuação do Professor de Química: um estudo sobre a transposição didática dos modelos atômicos” foi realizada de forma brilhante!

Naquele período, o Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Sergipe, havia sido implantando, tornando-se em novo espaço de formação continuada de professores, em sua maioria acolhendo egressos oriundos da formação inicial em Matemática, Física, Química, Biologia e outras áreas afins. Esse Programa tem sido um espaço privilegiado para formar o professor-pesquisador, preocupação principal de Rafael Santana. Um professor afeito a mudanças, capaz de mobilizar saberes que o leve a refletir sobre o que ensina, como ensina e para quem ensina. Um professor que reconhece o “saber sábio”, mobilizando-se para fazer escolhas de ordem didático-pedagógicas que permitam a apreensão de conceitos e fundamentos da ciência que leciona.



### **3.1 A prática do professor de Química no ensino médio | 110**

#### **3.1.1 Examinando o saber modelos atômicos no livro didático Química na abordagem do cotidiano | 139**

#### **3.1.2 Algumas considerações sobre o exame do livro didático Química na abordagem do cotidiano. | 142**

### **3.2 Investigando a aprendizagem dos alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense sobre os primeiros modelos explicativos da matéria | 146**

### **A ESCRITA DE UM (RE)COMEÇO | 157**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 163**

Nessa persistência da dimensão didática, particularmente direcionada ao ensino de Química, Rafael Santana teve o seu encontro com o francês Yves Chevallard, especialmente sobre a teoria da “transposição didática”. O francês construiu seu arcabouço teórico frente a experiências no ensino da Matemática e tem sido aplicado em outras disciplinas, como fez o autor em relação ao ensino de Química. Rafael Santana buscou, então, investigar como ocorre a “transposição didática” dos modelos atômicos em três níveis: na formação inicial do professor de Química na universidade (instituição formadora); na atuação de egressos dessa formação no ensino médio e, ainda, como os alunos validam os saberes construídos a partir do conteúdo ensinado. Essa triangulação de dados exigiu um empenho na análise de conteúdo, subsidiado por Laurence Bardin, professor-assistente da Universidade de Paris V.

No recorte feito por Rafael Santana para materializar esse livro, os achados apresentados se debruçam sobre o Centro de Excelência Atheneu Sergipense, uma instituição de ensino secular, responsável pela formação de inúmeros intelectuais sergipanos, com mais de 100 anos de história e que se mantém na linha de frente na qualidade do ensino médio ofertado no Estado de Sergipe. Isso demonstra sua longevidade e sua importância no universo cultural sergipano.

Faz 11 anos que dista este livro da defesa da dissertação de mestrado de Rafael Santana. O tempo passou, a vida seguiu seu curso, mudamos nossos itinerários, porém, reservamos na memória lembranças que prevalecem e vivificam o nosso passado, especialmente no exercício da docência, no qual, quando “ensinamos também aprendemos”, especialmente ao acompanhar um trabalho singular de construção de conhecimento, a exemplo do que ocorreu com a referida

dissertação, que materializou uma investigação relevante, evidenciando a emblemática correção entre conteúdo e didática.

Muitos trabalhos acadêmicos são esquecidos nas prateleiras dos arquivos e bibliotecas, por vezes, silenciados por muito tempo e/ou para sempre; outros, são revistados eventualmente, como curiosidade histórica ou como algo já ultrapassado; outros, porém, permanecem e são reatualizados. A permanência do trabalho acadêmico assegura sua qualidade e perenidade de seus achados, possibilitando outros estudos, especialmente quando se debruça sobre o chão da escola. Acreditamos que o trabalho em pauta, segue este terceiro caminho.

Ao buscar entender a “transposição didática” dos modelos atômicos no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, levando em consideração a triangulação entre formação inicial, ensino médio e aprendizagem dos alunos, o autor estabeleceu uma tessitura singular, complexa e potencializadora, na busca de suporte teórico e metodológico que o ajudasse a ser mais professor, sendo mais pesquisador.

Estruturado em três capítulos, o texto discutiu, inicialmente, “as cadeias do saber”, no qual evidenciou os desafios e os embates de formação e atuação dos professores de Química, como a distância entre teoria e prática, tanto na formação inicial como na reprodução desse distanciamento na sua atuação na escola, e destacou também a pouca prioridade na formação didático-pedagógica nas universidades, em razão da ênfase aludida ao conteúdo de Química.

Essas reflexões apontaram para a necessidade de equilíbrio entre formação em Química e formação pedagógica para ensinar Química. Isto implica que os professores precisam se apropriar dos discursos, dos objetivos, dos métodos e dos conteúdos, com fins educacionais de formar os professores de forma crítica e reflexiva.



A compreensão da “transposição didática”, em sua percepção, possibilita, segundo o autor, a formação de uma postura reflexiva com impacto na prática pedagógica, já que mobiliza saberes teóricos e metodológicos importantes para sua atuação na escola. Essa equação se expressa com propriedade em seu texto entre o “saber sábio” – UFS, na formação inicial, com o “saber a ensinar” – elaborado pelos programas, manuais de ensino e livros didáticos até o saber efetivamente ensinado, transformado em saber escolar, materializado no ensino médio.

Rafael Santana fez uma boa reflexão sobre a formação inicial do professor de Química, levando em conta a matriz curricular e novas demandas educacionais, dentro de um ponto de vista histórico. Fez alusão às disciplinas voltadas para a instrumentalização didático-pedagógica no curso de Licenciatura em Química, bem como aquelas voltadas para a prática dos alunos nas escolas, particularmente na Universidade Federal de Sergipe. Evidenciou o quanto este ensino tem ocorrido de forma fragmentada, ainda que os recursos utilizados pelos professores, a exemplo dos livros-texto, tenham conduzido a uma aproximação do “saber de referência” (científico), mas sem, no entanto, ter dado o suporte pedagógico necessário para que este saber fosse transposto didaticamente na prática docente, no ensino médio.

Depois se debruçou sobre a atuação do professor de Química no ensino médio, focando no que, no como e com quais recursos os docentes do Atheneu ensinam o modelo atômico, evidenciando alguns aspectos do ensino de Química, como a necessária contextualização do saber. Sinalizou sobre a necessidade de continuidade de estudos pelos professores, aprofundando a formação inicial, a partir do que constatou nos depoimentos basilares dos professores de Química desta instituição, especialmente sobre a forma como aprenderam o conteúdo modelos

atômicos e de que forma retrabalharam em nível do ensino médio, constatando em linhas gerais que há uma perpetuação de transmissão de conteúdo, muitas vezes, sem buscar uma correlação entre o que se ensina e a realidade daqueles que aprendem.

Salientou ainda que na forma como a “transmissão didática” sobre os modelos atômicos ocorreram no ensino médio, há um certo distanciamento do “saber sábio”, pela forma abstrata como ocorre esse processo. Nessa direção, assinalou o autor que a compreensão do que os docentes, egressos da UFS, aprenderam e ensinam no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, permitiu acompanhar de forma cuidadosa como as situações de ensino médio e ensino superior se entrelaçam, especialmente quando se trata de uma atividade essencial no ensino de Química, como ocorreu com a “transposição didática” dos modelos atômicos, por vezes tratado de forma simplista.

Quando se debruçou sobre os dados colhidos dos alunos sobre o que tinham aprendido sobre “modelos atômicos”, constatou convergências e divergências entre os dados colhidos deles e dos professores, sinalizando, então, para a complexidade da teoria da “transposição didática”, especialmente quando se considera a triangulação formadores (na iniciação formativa), professores (na atuação profissional) e aprendentes (discentes no ensino médio). A aprendizagem desses últimos não é considerada na teoria de Chevallard, o que permitiu Rafael Santana avançar na compreensão da problemática investigativa, quando integrou como os alunos aprendem os modelos atômicos em sua pesquisa.

O desafio empreendido pelo autor para realizar sua pesquisa e organizar esse livro, demonstrou como se forma um professor-pesquisador, voltado tanto para as questões conceituais e princípios



fundamentais do que se ensina, convida-nos a sua leitura e à reflexão sobre a formação docente e sua atuação profissional. Debulhar as páginas deste livro permitem-nos tanto a compreensão de um modelo cuidadoso de investigação, no âmbito da formação docente, como o entendimento da dimensão de formação de um professor-pesquisador, enraizado com a realidade da escola pública de ensino médio. Por isso, nosso **convite** a leitura deste livro é reforçado pela urgência em se pensar o ensino, encontrando alternativas didático-pedagógicas capazes de mobilizar efetivamente, professores para continuidade auto formativa e dos alunos para a aprendizagem.

O trabalho de Rafael Santana potencializa outras investigações sobre os cursos de formação docente, atuação profissional e aprendizagem no ensino médio, garantindo um “lugar” especial na dimensão didático-pedagógica nessa trajetória triangular de envolvidos no ato de ensinar e de aprender.

Maria Neide Sobral  
(Aracaju, julho de 2020, em Isolamento Social)



## APRESENTAÇÃO

A apresentação da presente obra ocorre em meio a um isolamento social, ocasionado por uma pandemia viral, denominada Covid-19, cujas consequências têm sido lastimáveis. Esta pandemia, além de ceifar milhões de vidas em todo o mundo, trouxe mudanças em diversas esferas da sociedade – econômica, social, cultural, inclusive, na educação e, conseqüentemente, no exercício da profissão docente.

Explico. Por causa do isolamento social, indicado como medida para reduzir o risco de infecções, as universidades e as escolas tiveram que ser fechadas. As aulas passaram a ocorrer na modalidade à distância, exigindo novas habilidades e competências para professores e alunos, em todos os níveis da educação.

Nesse sentimento, apresento a presente obra cuja origem ocorreu a partir de reflexões da minha dissertação de mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA), da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em 2010.

Trata-se de compromisso político a divulgação dos resultados de dissertações e teses em formato diferente daquele que foi produzido, consiste em mais uma oportunidade de ampliar o alcance. Por isso, assumi o desafio de propor reflexões em torno da formação e atuação do professor de Química no contexto da transposição didática dos modelos atômicos.

Passados mais de dez anos que defendi a minha dissertação, acredito que este foi o momento mais adequado para fazer essa formatação no texto, pois, ao longo desses anos, adquiri novas experiências que ampliaram o meu olhar sobre o objeto, o que



possibilitou lançar diferentes olhares acerca da mobilização do saber não apenas no sistema didático, mas também fora dele.

Por isso mesmo, passei a defender a formação do professor de Química pela pesquisa como um caminho para a busca da melhoria do ensino, reforçando a necessidade de uma formação continuada e permanente com a finalidade suprir as necessidades formativas dos professores de Química e, desta forma, contribuir para a alfabetização científica de cada cidadão.

Passei a compreender a formação do professor de Química como um processo relacional, contínuo, flexível, problematizador e inacabado.

Nesse contexto, propus-me a investigar como ocorreu a transposição didática dos modelos atômicos na universidade e na escola, da formação inicial dos professores de Química na UFS à atuação do professor no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, localizado em Aracaju-SE.

Para tanto, foi do meu interesse saber: (1) como a formação inicial do professor de Química, na UFS, contribuiu para a transposição didática dos modelos atômicos, (2) como o professor de Química, egresso da UFS, ensinou os modelos atômicos no ensino médio e, (3) o que e como os alunos das professoras pesquisadas aprenderam sobre modelos.

Não foi tarefa fácil assumir o desafio de articular abordagens tão complexas, mas tão relevantes.

A intenção foi a de traçar uma tessitura partindo das minhas experiências enquanto estudante do curso de Licenciatura de Química na UFS (2001-2005), passando pelo início da minha experiência docente, especialização e mestrado, trazendo em seu bojo concepções



da atualidade, amadurecidas e moldadas ao longo dos anos.

A ideia de relatar a minha experiência partindo da formação inicial até a atualidade ocorreu com a finalidade de propor reflexões sobre os conceitos abordados na presente obra, buscando aproximações com a experiência de cada leitor que assim como eu já se angustiou e/ou ainda se angustia com a tarefa tão complexa de aprender a ensinar, de ensinar a aprender e de aprender a aprender.

É nesse universo que convido você leitor e leitora a refletir sobre a formação do professor de Química e o ensino de Química, levando em consideração a realidade, os desafios e as perspectivas que norteiam o empenho de tantos pesquisadores, educadores e estudantes na busca da melhoria do ensino.

Não tive a pretensão de apresentar a você uma obra organizada de forma linear, com ideias concatenadas passando a falsa impressão de que discutir formação de professores e prática docente é tarefa simples. Tratei o assunto como ele é: complexo, de modo que quando eu der a última pausa na escrita desta obra já não lembrarei a (des)ordem dos temas abordados.

Com isso, quero afirmar que não esgotei a discussão e nunca passou por minha cabeça que alguém consiga tal feito. Ao contrário, as lacunas identificadas por cada um de vocês durante a leitura de cada página, devem estimular novas leituras de mundo e novas iniciativas para ampliar o debate, tanto no meio acadêmico quanto fora dele, desde que o objetivo de todos seja sempre o mesmo: a busca da melhoria do ensino de Química.

Rafael de Jesus Santana



# INTRODUÇÃO

A busca por melhorias na educação é um desafio constante que envolve pesquisadores, educadores, estudantes e a sociedade geral. No cerne dessas discussões destaca-se a formação inicial de professores e a prática docente, objeto de inúmeras discussões acadêmicas que buscam superar o distanciamento existente entre teoria e prática no ambiente educacional.

Nesse universo, pesquisas voltadas para ensino de Química têm se tornado cada vez mais frequentes, principalmente diante de novas propostas curriculares de seleção e organização de conteúdos que visam a superação de deficiências como a fragmentação, a descontextualização, a ausência de experimentos e a falta de sintonia entre o que é ensinado e o cotidiano do aluno.

Segundo Maldaner (2006) nas escolas de ensino médio, os professores de Química costumam seguir uma sequência convencional de conteúdos de Química sem levar em consideração as inter-relações existentes entre eles e, muito menos, com questões mais amplas da sociedade.

Imerso a essa realidade, apresento esta obra partindo de reflexões da minha dissertação de mestrado, defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em 2010.

Desde então, minhas concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem foram sendo modificadas, diante de escolhas, crenças e argumentos iniciais que foram amadurecidos, e, por isso, a presente



obra passou a ser intitulada “Da formação inicial à prática docente: um estudo sobre a transposição didática dos modelos atômicos no Atheneu Sergipense”.

Acredito que o desafio de propor reflexões sobre a formação e a atuação do professor de Química após onze anos do meu mestrado é um aspecto positivo porque, ao longo desses anos, consegui me afastar do produto da dissertação à medida que adquiri novos conhecimentos e nova leitura de mundo para fazer educação Química.

O ponto de partida da discussão é a concepção do ambiente de formação inicial e da prática docente enquanto *locus* privilegiado para a mobilização de saberes, onde busco fazer aproximações entre as transformações dos saberes e a reintegração do sujeito ao processo, mudando o foco da escola para o sujeito aprendiz, como um ser de relações e conexões.

Outro aspecto presente na obra é a necessidade de traçar argumentos na direção da realidade, mudanças, avanços, desafios e perspectivas dos cursos de formação de professores de Química, notadamente nos ofertados pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), visando a redefinição do papel do professor que se forma na relação professor, aluno e futuro professor.

Entendo que investigar a prática docente possibilita a compreensão não apenas do processo de mobilização dos saberes, mas, também, do processo de transformação do saber, sempre considerando esse processo como complexo, incompleto e contínuo.

Aproveito para esclarecer que ao longo desta obra uso o termo mobilizar por entender que dá ideia de movimento, não no sentido de transportar de um lado (academia) para o outro (escola), mas de interação e ressignificação do saber no sistema didático entre os sujeitos



educacionais.

Nesse sentido, recorro a Chagas (2009, p. 62) por concordar com a ideia de que “o processo de supressão, modificação e transformação por que passam os saberes, durante a transposição didática, como conceitua Chevallard (1991), ultrapassa a concepção de simples movimento de transportar algo de um lugar para outro”.

O uso do termo transmitir, a meu ver, é inadequado pois tem sentido estático, remete à ideia de transmissão/recepção onde o aluno tem papel receptivo no processo de ensino e aprendizagem, enquanto o professor é o detentor do saber e, por isso, injeta informações na cabeça dos alunos sem que ocorra problematização do ensino.

É nesse sentido que o termo mobilizar parece-me mais adequado, pois tanto professor quanto aluno mobilizam e ressignificam o saber. O professor e aluno assumem o papel de construtores do conhecimento e, ambos, buscam alicerçar o processo de ensino e aprendizagem num contexto de transformação imbricado ao saber de referência.

Partindo desse pressuposto, visando compreender os (des) caminhos do processo de didatização, optei pela teoria da transposição didática, pois esta consiste em um modelo que permite analisar a proximidade e a distância entre o saber científico e o saber escolar, bem como a complexidade das relações estabelecidas entre os três integrantes do sistema: o saber, o professor e o aluno.

Nesse processo, a educação Química deve ser objetivo de qualquer currículo de Química. Para tanto, as escolhas metodológicas para o seu ensino devem variar de acordo com os objetivos, o contexto, a motivação e as necessidades dos estudantes.

Isso implica dizer que a correlação entre prática e teoria impõe a necessidade de inter-relações existentes entre a Química e as demais



Ciências, e suas implicações para/na sociedade são pré-requisitos básicos para uma educação Química responsável.

Com isso, espera-se que no ensino médio a Química seja valorizada na qualidade de instrumento cultural essencial na educação humana, dando ao aluno a capacidade de tomar decisões conscientes na sociedade em que vive.

Por tais razões, acredito que a presente obra irá contribuir para o (re)pensar dos cursos de formação inicial de professores de Química, assim como na necessidade de mudanças curriculares que atendam às novas demandas existentes na sociedade e, ainda, para uma prática docente em que os saberes possam ser mobilizados, por professores e alunos, em qualquer nível de ensino, em diversas situações didáticas.

Essas crenças foram fundamentais para o processo de construção do meu objeto de pesquisa cuja origem remonta das minhas experiências, na condição de estudante, durante a formação inicial no curso de Química Licenciatura, na UFS, no período compreendido entre 2001 e 2005.

Ao iniciar o curso de Química Licenciatura acreditava que o estudo mais aprofundado dessa ciência poderia contribuir para diversas reflexões, além de garantir um suporte teórico-metodológico para o exercício da profissão docente.

Com o passar do tempo, ainda no curso de formação, percebi que a matriz curricular e a prática dos meus formadores privilegiavam os conhecimentos específicos da área e os pedagógicos eram marginalizados, ou seja, a finalidade do curso era a de formar cientistas ao invés de professores.

Nas poucas disciplinas pedagógicas que compunham a matriz curricular do curso de Química, notadamente nas Instrumentações para



o Ensino de Química I, II, III e Prática de Ensino de Química, ocorriam discussões teóricas sobre a docência e ensaios para a aplicação prática, mas não capazes de dar o suporte necessário para transpor didaticamente os saberes aprendidos, durante a formação, para a prática docente, no ensino médio.

Lembro-me que já próximo ao final do curso, na disciplina Prática de Ensino de Química tive que elaborar um projeto de ensino e aplicá-lo em uma turma do Ensino Médio, em uma escola pública da rede estadual de ensino, localizada em Aracaju-SE.

O projeto tinha como temática “O uso da experimentação como estratégia para o ensino de Cinética Química”. Mesmo tendo planejado as aulas, partindo da identificação das concepções prévias dos alunos até a construção dos conceitos que norteavam o conteúdo, por meio da experimentação, eu simplesmente não consegui colocar em prática o que planejei.

Ao me deparar com a turma com aproximadamente quarenta alunos, percebi que havia um distanciamento muito grande entre o que eu tinha planejado e a realidade da sala de aula. Descobri que não tinha habilidade pedagógica para encarar as situações didáticas planejadas. Como resultado, reproduzi exatamente o que os meus formadores da universidade faziam: transmiti os conceitos referentes à Cinética Química na sequência do livro didático e realizei os experimentos no laboratório seguindo um roteiro já pré-estabelecido, sem a preocupação de tornar a sala de aula em um ambiente problematizador e investigativo.

Aquela experiência foi marcante porque ali identifiquei a complexidade que norteia a prática docente. Cheguei à conclusão de que a minha formação pedagógica tinha sido muito deficiente.

A minha atuação só não foi um fiasco porque foi a partir dessa



experiência que passei a fazer maiores reflexões acerca da realidade, desafios e perspectivas da formação do professor de Química e da prática docente.

As inquietações oriundas de toda essa realidade fizeram-me aprofundar em leituras sobre a educação Química passando a refletir sobre a necessidade de buscar mecanismos para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Essas reflexões contribuíram para uma nova visão de mundo e, conseqüentemente, sobre o ensino de Química. Nesse processo, propus as mesmas questões que Chassot (2004) já trazia ao abordar a (in) utilidade do ensino de Química: o que ensinar? Como ensinar? Para que ensinar? Para quem ensinar?

Eu acreditava que estas questões seriam capazes de nortear a prática docente. Com efeito, elas trouxeram inquietudes. Era necessário buscar alternativas para fazer educação Química.

Ao término do curso de formação, comecei a ensinar Ciências (Química, Física e Biologia) num projeto interdisciplinar<sup>1</sup> que visava a inclusão de jovens na educação, oportunidade em que tive muitas dificuldades para planejar aulas, definir metodologias e, principalmente, colocá-las em prática de modo que os alunos aprendessem.<sup>2</sup>

1 Iniciei as atividades docentes no mesmo ano que conclui a graduação (2005), no Programa Nacional de Inclusão de Jovens (ProJovem), promovido pelo Governo Federal em parceria com o município de Aracaju/SE, por meio da Secretaria Municipal de Educação (SEMED), tendo atuado como educador de Ciências da Natureza de 2005 a 2008. Na quarta versão do referido programa (2009), assumi a função de formador de professores da área de Ciências da Natureza.

2 Um grande desafio foi articular o tripé que norteava o projeto: disciplinas, qualificação profissional e ação comunitária numa perspectiva interdisciplinar. Por isso, todos os profissionais receberam uma formação inicial, com a finalidade de conhecer a proposta do programa, e uma formação continuada e permanente semanalmente.



Surgiu, então, a curiosidade de saber como os professores de Química atuavam em sala de aula: o que ensinavam? Como ensinavam? Por que ensinavam?

Essas primeiras indagações explicitavam a problemática sentida a partir do meu engajamento na prática docente de Química, despertando-me interesse para ir em busca de respostas em quadro referenciado que pudesse dar conta de um problema de pesquisa que começava a ganhar corpo, a saber, a relação entre a formação inicial dos professores de Química e sua atuação em escolas do Ensino Médio.

Nesse processo de amadurecimento e aprofundamento passei, então, a ler trabalhos de autores que mesmo investigando diferentes linhas de pesquisas, convergem com a necessidade de buscar alternativas para a melhoria do ensino de Química, Mortimer (2000), Galiuzzi (2003), Santos e Schnetzler (2003), Maldaner (2006), Moraes (2007), Chassot (2004, 2006, 2007, 2008), dentre outros.

Mortimer (2000) contribui com pesquisas voltadas para a linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências, por meio de análise de aulas construtivistas, valorizando formas diferentes de pensar um mesmo conceito, definido por ele como perfil conceitual.

Galiuzzi (2003) apresenta argumentos em favor da transformação e avanços nos cursos de formação de professores, a partir de três componentes da formação inicial: os cursos de Licenciatura e seus desafios, os professores e suas teorias curriculares e os alunos e suas teorias curriculares, apresentando a perspectiva de educar pela pesquisa como uma possibilidade para minimizar um dos problemas das licenciaturas que é a separação entre o conteúdo específico e o pedagógico.



Santos e Schnetzler (2003) orientam uma linha de pesquisa comprometida com a cidadania de forma inter-relacionada com a informação química e com o contexto social. Isto porque, para o cidadão participar da sociedade precisará não só compreender a Química, mas também a sociedade em que está inserido.

Maldaner (2006) apresenta sugestões eficazes e significativas de entender e melhorar a formação docente em Química, imerso a um conjunto de temáticas que ampliam a concepção sobre a importância da formação inicial e continuada do professor de Química.

Moraes (2007) chama a atenção para a necessidade de um novo olhar para o mundo, com a necessidade de romper com paradigmas tradicionais e buscar caminhos para a melhoria na educação por meio de um paradigma emergente, num processo complexo, indiviso, contínuo, (inter)conexo e inacabado.

Chassot (2004, 2006, 2007, 2008) apresenta uma tessitura desde a (in)utilidade do ensino de Química até a importância da alfabetização científica do cidadão, afirmando que falar de ciência é também falar de história e de cultura de uma forma mais ampla, discutindo questões como cidadania, tecnologias, formação de professores, linguagem, história, política, saberes populares e escolares e religião.

Essas leituras foram fundamentais para a composição de um quadro referencial que contextualizou o meu problema de pesquisa, mas também contribuiu para que eu me aprofundasse cada vez mais no universo da formação de professores e na prática docente. Foi justamente nesse período que passei a ser formador de professores naquele mesmo projeto de ensino que iniciei minhas atividades docentes, ensinando Ciências.



Além disso, tive a oportunidade de aprofundar a leitura sobre a teoria da transposição didática, pela qual me identifiquei desde o aspecto conceitual, entendida por Chevallard (1991) como:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que faz um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (CHEVALLARD, 1991, p. 39, tradução nossa)<sup>3</sup>.

A partir de então passei a compreender que a produção do conhecimento científico tem gestado novas teorias, modelos e interpretações sobre a realidade. Isto trouxe o desafio de propor discussões que possibilitassem a reformulação de programas e a inclusão de novos conhecimentos em cursos de formação inicial e continuada de professores, no meu caso, nos de Química.

A partir desta perspectiva, procurei investigar a formação inicial dos professores de Química na UFS e sua atuação no ensino médio, apoiando-me em um quadro de referência, a teoria da transposição didática de Chevallard (1991).

Ainda assim, foi necessário fazer um recorte a respeito do universo de temas, metodologias e recursos que envolvem o ensino de Química. Nesta perspectiva, a escolha recaiu sobre os modelos atômicos.

<sup>3</sup> “Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d’enseignement. Le travail qui d’un objet de savoir à enseigner fait un objet d’enseignement est appelé la transposition didactique”.



A escolha dos modelos atômicos deu-se porque a Química, enquanto Ciência, procura explicar a natureza utilizando modelos (representações teóricas) que constituem sistemas epistêmicos de explicações, não perdendo de vista que a complexidade dos modelos, teorias e conceitos presentes na Química, pode constituir uma barreira adicional para a compreensão dessa Ciência.

O desenvolvimento do conceito de átomo, em sala de aula, consiste em um processo de ensino e aprendizagem que envolve noções abstratas. Por conta disso, a “apropriação do conceito pode adquirir características muito complexas em vista do reconhecimento de que esse conceito é um modelo científico e, como tal, transitório, que contribui para a interpretação da constituição e das propriedades das substâncias”. (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2006, p. 12).

A ciência pode ser definida como um processo de construção de modelos com diferentes capacidades de previsão, unindo processos (de elaboração de modelos e utilização dos mesmos como ferramentas do pensamento científico) e os produtos (modelos gerados por tais processos) da ciência. (JUSTI; FERREIRA, 2006).

Assim, diante da “complexidade que representa o equilíbrio de conceitos, modelos e teorias explicativas, que compõem essa área do conhecimento, e o fato de que a reflexão epistemológica anda de mãos dadas com o conhecimento histórico” (CHAGAS, 2009, p.12), optei por investigar um dos conceitos basilares da química: os primeiros modelos explicativos de constituição da matéria.

Estes modelos constituem-se em um dos pilares em que se estrutura o conhecimento químico na construção da lógica sistêmica desse campo do saber, formado por mais dois pilares: transformações químicas e materiais e suas propriedades. (BRASIL, 1998).



Os primeiros modelos explicativos da matéria constituem, também, um dos nove temas estruturadores propostos pelas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Química (PCN+), que sugerem novas formas de ensinar e aprender em termos de habilidades e competências.

Nesse sentido, a delimitação dos modelos atômicos, para explicar o processo da transposição didática na formação inicial e na atuação dos professores de Química foi importante para a construção do problema da pesquisa: como ocorreu a transposição didática dos modelos atômicos no curso de licenciatura em Química da UFS e na prática docente no Centro de Excelência Atheneu Sergipense?

A partir desse problema, busquei investigar: como a formação inicial do professor de Química, na UFS, contribuiu para transposição didática dos modelos atômicos; de que forma o professor de Química, egresso da UFS, ensinou os modelos atômicos no ensino médio e também correlacionar os saberes aprendidos pelos alunos sobre os modelos atômicos com os saberes que as professoras pesquisadas disseram ter ensinado.

Buscar resposta para estas problemáticas expressou meu desejo de estar contribuindo para o aprofundamento das reflexões e o avanço do debate, tanto no meio acadêmico quanto nas instituições escolares a respeito da formação docente em Química. Para isso, adequuei o objeto de estudo a uma metodologia visando buscar respostas ao problema de pesquisa.

Detalhar o percurso metodológico escolhido foi mais uma forma de esclarecer o caminho percorrido, com a finalidade de alcançar as metas pré-estabelecidas na gestação desta pesquisa. Fiz a opção por uma abordagem qualitativo-quantitativa por entender que há um contínuo



entre ambas, a despeito de antagonismos pré-existentes ligando o quantitativo a pesquisas exclusivas de bases estatísticas e experimentais, e o qualitativo a outras abordagens. (CHIZZOTTI, 2008).

Utilizei, então, o método comparativo, que consiste em investigar coisas ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças e suas diferenças. Este método aborda duas séries de natureza análoga tomadas de meios sociais ou de outra área do saber, a fim de detectar o que é comum a ambos, além de descrever, explicar e comparar por justaposição e comparação os fenômenos que estuda.

Segundo Gil (1999, p. 34) “sua ampla utilização nas ciências sociais deve-se ao fato de possibilitar o estudo comparativo de grandes grupamentos sociais, separados pelo espaço e pelo tempo”.

Nesse processo, combinei estratégias comparativas, por meio de categorias pré-definidas através da análise de conteúdo (BARDIN, 2010), para identificar semelhanças e/ou diferenças na transposição didática dos modelos atômicos na formação de professores no curso de licenciatura em Química, na UFS, e na prática docente, no ensino médio.

Colhi dados, dos alunos e das professoras, sobre os saberes aprendidos a respeito dos modelos atômicos com a finalidade de analisar a transposição didática em dois níveis: do professor que aprende a ser professor, no curso de formação inicial da UFS e do professor de ensino médio, egresso do curso de Química da UFS que faz a transposição didática dos modelos atômicos para os alunos, no Centro de Excelência Atheneu Sergipense.

A opção por uma análise comparativa, através da análise de conteúdo deu-se para buscar conexões entre a formação inicial do professor de Química e o exercício da docência no ensino médio,



ressaltando os elementos similares e diferentes em torno da transposição didática dos modelos atômicos.

Inicialmente, realizei uma pesquisa exploratória com o levantamento do quantitativo de professores de Química que atuam na Rede Estadual de Ensino de Sergipe junto à Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura (SEDUC).

Segundo Lakatos e Marconi (2009) esse tipo de pesquisa consiste em investigações empíricas cujo objetivo tem sido a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos. Esses dados contribuíram para eu selecionar uma amostra intencional, baseada nos critérios de escolha da escola, dos professores e dos alunos.

Após visitar algumas escolas estaduais, localizadas em Aracaju-SE, optei pelo Centro de Excelência Atheneu Sergipense, obedecendo aos seguintes critérios: primeiro por ser centro de excelência, bem equipada e os alunos estudarem em tempo integral.

Além do aspecto histórico que garante ao Atheneu Sergipense, criado por meio do Regulamento da Instrução Pública de 24 outubro de 1870, o *status* de instituição oficial de ensino secundário de Sergipe, responsável pela formação de inúmeras gerações de intelectuais e pelo desenvolvimento da educação do estado de Sergipe, pois pensar na história do Atheneu Sergipense é reconstituir elementos de uma instituição de ensino secundário, que por muito tempo tem contribuído para a formação de uma cultura específica, caracterizada pela implementação de práticas escolares existentes até os dias atuais.

Definida a escola, mantive contato com as professoras de



Química que atuavam na 1ª série do ensino médio, oportunidade na qual relatei brevemente a finalidade da pesquisa e solicitei a contribuição delas para a realização da investigação. Uma das exigências para a escolha foi a de que as docentes pesquisadas fossem egressas do curso de Química Licenciatura da UFS.

Duas professoras enquadravam-se no perfil exigido e, de logo, prontificaram-se a participar da pesquisa. Em seguida, ocorreu o agendamento e realização das entrevistas. Estas entrevistas foram feitas de forma semi-estruturadas e levantei os dados que possibilitaram a identificação de elementos da transposição didática dos modelos atômicos, na formação inicial, na UFS, bem como na sua atuação no ensino médio.

Durante a entrevista, defini uma sequência temática para que as entrevistadas respondessem, mas não detinha uma rigidez, possibilitando, assim, que um questionamento desse origem a outros. (TRIVIÑOS, 1987). Assim, o roteiro teve como finalidade traçar o perfil do entrevistado, a formação e a prática docente.

A seleção dos alunos foi feita de forma aleatória. Para cada turma da 1ª série do ensino médio, das professoras pesquisadas, selecionei dez alunos, perfazendo um total de vinte alunos.

Desta forma, a amostra da pesquisa foi definida por duas professoras de Química, egressas da UFS e que lecionavam no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, localizado em Aracaju-SE, e vinte alunos da 1ª série do ensino médio que estudavam em tempo integral.

Posteriormente, as entrevistas foram transcritas e os seus conteúdos analisados. De acordo com Bardin (2010):

Esta fase é chamada de leitura flutuante, por analogia



com a atitude do psicanalista. Pouco a pouco, a leitura vai se tornando mais precisa, em função de hipóteses emergentes, da projeção de teorias adaptadas sobre o material e da possível aplicação de técnicas utilizadas sobre materiais análogos. (BARDIN, 2010, p. 122).

De posse das entrevistas transcritas, tratei os dados, por meio de organização textual, classificação e grupamento de seus conteúdos. Em seguida, fiz as inferências quanto à formação inicial do professor de Química na UFS, a atuação no ensino médio e à aprendizagem dos alunos sobre modelos atômicos.

Com o objetivo de identificar o que os alunos aprenderam sobre modelos atômicos, apliquei um questionário com questões objetivas, elaboradas de acordo com o que as professoras disseram ensinar sobre esse saber – o saber ensinado.

A fim de preservar a identidade das professoras pesquisadas eu as denominei de professora 1 (P1) e professora 2 (P2).

Além disso, examinei o livro-texto e o livro didático utilizados pelas pesquisadas durante a formação inicial, na UFS e na prática docente, no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, respectivamente. A intenção foi analisar a transposição didática externa e a influência que ela exerce para o funcionamento do sistema didático.

Feitas tais considerações, a presente obra foi pensada e organizada da seguinte forma:

No capítulo 1, **Formação de Professores, Transposição Didática e Modelos Atômicos: as cadeias do saber**, procuro situar o objeto da pesquisa em meio a uma abordagem que trata sobre a formação inicial e a atuação de professores de Química, apoiando-me em um quadro de referência que destaca a formação do professor de Ciências, a transposição didática e os modelos atômicos.



No capítulo 2, intitulado **Formação Inicial do Professor de Química: saber ensinado/saber aprendido**, traço um breve histórico sobre a origem, desafios e perspectivas do curso de Licenciatura em Química da UFS e, na sequência, analiso e apresento considerações sobre o conteúdo das entrevistas, com ênfase na formação e prática docente no contexto da transposição didática dos modelos atômicos.

No capítulo 3, intitulado **A Prática do Professor de Química no Ensino Médio: o que, como e com quais recursos ensinam os modelos atômicos**, apresento uma discussão em torno do ensino de Química, contextualizado no universo da formação e prática docente, mas, também, ousou apresentar indicativos da transposição didática operada entre os integrantes do sistema didático (professor, aluno e saber), buscando compreender o que e como os alunos aprenderam os modelos atômicos.



# CAPÍTULO I

## FORMAÇÃO DE PROFESSORES, TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E MODELOS ATÔMICOS: AS CADEIAS DO SABER

### 1.1 Formação e atuação do professor de Química

A busca pela melhoria da educação é objetivo comum entre os educadores e pesquisadores em educação Química. No cerne do debate destaca-se a formação de professores e a prática docente, com ênfase para a dissociação entre a teoria e a prática, entre a formação específica em Química e a formação pedagógica, e entre a seleção e organização de conteúdos e a prática de ensino.

Nos cursos de formação inicial de professores de Química ainda se percebe a marginalização da formação pedagógica em detrimento da formação específica, sendo, portanto, um óbice a ser vencido, pois “ausente a perspectiva pedagógica, o professor não saberá mediar adequadamente a significação dos conceitos, com prejuízos sérios para aprendizagem de seus alunos”. (MALDANER, 2006, p. 45).

Seguindo este mesmo raciocínio, Schnetzler; Souza (2018) afirmam que:

[...] torna-se fundamental considerarmos que o trabalho do professor de Química é muito diferente do trabalho do químico em um laboratório, pois extrapola o manuseio de vidrarias, equipamentos e interações atômico-moleculares, já que lida com gente, o que implica interações humanas e sociais. A docência, portanto, além da capacitação científica, exige o domínio de práticas de ensino e de aprendizagem consideradas no



âmbito da ciência, da cultura e da sociedade, isto é, são-nos necessárias contribuições de outras áreas de conhecimento [...]. (SCHNETZLER; SOUZA, 2018, p. 10).

A formação química é tão importante quanto à formação pedagógica, pois para o professor ensinar Química na escola, ele deve estar revestido do domínio do conteúdo químico, mas somente isto não basta, já que “mais que fazer ‘avançar’ o conhecimento químico específico, temos o compromisso de recriá-lo em ambiente escolar e na mente das gerações jovens da humanidade”. (MALDANER, 2008, p. 97).

Além disso, é possível afirmar que “hoje há praticamente um consenso de que os cursos de formação de professores não conseguem responder às necessidades de nenhum nível de ensino”. (MALDANER, 2006, p. 46).

Por outro lado, professores buscam mecanismos para a melhoria no exercício da profissão docente, seja por meio da formação continuada e permanente, seja por meio do “educar pela pesquisa”. (GALIAZZI, 2003, p. 46).

Com efeito, ao optar por educar pela pesquisa, o professor precisa acreditar que este mecanismo contribuirá de forma positiva para a transformação da formação inicial de professores de Ciências, por ser ambiente de construção do profissional professor. (GALIAZZI, 2003).

É importante pensar na formação de professores em sua totalidade e complexidade, analisando suas teorias curriculares e o ambiente de sala de aula, espaço onde ocorrem as interações do saber entre professores e alunos.



Acredito que é papel do curso de licenciatura ensinar a ser professor, no entanto essa habilidade é adquirida e desenvolvida a partir do exercício da docência. Por isso, Galiazzi (2003, p. 272) afirma que “o educar pela pesquisa pode ser uma resposta para a formação de um professor que questiona sua prática e transforma em razão desse questionamento, tendo subjacente o compromisso com a aprendizagem do aluno”.

Mas, qual o modelo de ensino de Química hoje? E quais seriam as alternativas para nortear a busca de um novo paradigma para a educação?

Essas questões são desafiadoras diante de uma realidade de (in)utilidade do ensino de Química, pelo menos em nível médio (CHASSOT, 2004). Entretanto, segundo Moraes (2007, p. 18) “o grande problema da educação está no modelo de ciência que prevalece num certo momento histórico nas teorias de aprendizagem e as práticas pedagógicas desenvolvidas”.

Como forma de solucionar este problema, Moraes (2007) propõe um paradigma emergente para a educação, onde a escola passa a ter como missão primordial atender ao aluno, em suas especificidades, com base na compreensão de uma ciência cognitiva, buscando compreender a sua totalidade, sua dinâmica, suas conexões e interconexões. Nesse processo, a escola, o aluno, a sociedade, a aprendizagem, a gestão e a política são relacionais.

Nesse aspecto, cientistas e professores podem conectar-se na busca de superação de descontinuidade no processo de pesquisa e ensino, tanto compreendendo o lugar social e pessoal de onde se colocam, bem como se autodefinem nesta comunidade acadêmica ou escolar. (SANTANA; SOBRAL; MACHADO, 2013).



Diante desse cenário, emerge a necessidade de uma nova cosmologia na educação. Esta, por sua vez, requer uma nova visão de mundo, uma nova educação e, conseqüentemente, novos critérios para a elaboração de currículos construídos a partir da ação do sujeito em interação com os outros e com o meio ambiente.

Os critérios de elaboração desses currículos devem levar em consideração argumentos em favor da transformação e avanços nos cursos de formação de professores com a finalidade de educar pela pesquisa e, desta forma, minimizar um dos problemas das licenciaturas, já destacado, que é a separação entre o conteúdo específico e o conteúdo pedagógico.

No universo relacional proposto por Moraes (2007), vejo a necessidade de a formação do professor ser (re)significada com o abandono de práticas burocráticas e dissociadas do contexto da realidade, buscando romper barreiras que segregam o espaço e a criatividade restritos à sala de aula, ao quadro-giz e ao livro-texto.

Nessa direção, Maldaner (2006) corrobora ao afirmar que:

A profissão docente pode ser significada em novos níveis, desde que nas diversas instâncias de formação específica – no âmbito das universidades, nos espaços e tempos escolares, no convívio social cotidiano – ela seja vista como algo importante e problemático em que não se pode mais admitir improvisações e simplificações. (MALDANER, 2006, p.43).

Por certo, uma alternativa para a melhoria dos cursos de formação inicial de professores, em particular o de Química, é a articulação com a pesquisa, pois, desta forma, os futuros professores poderão trabalhar, desde a formação inicial, a capacidade reflexiva sobre a *práxis*.



Entretanto, os cursos de formação de professores de Química ainda possuem uma realidade distante dessa concepção, pois não se verificam mudanças significativas na estrutura curricular para a formação pedagógica capazes de diminuir o distanciamento entre a formação Química e a pedagógica. Neste sentido, Chassot (2004) afirma que:

A busca de um local nas universidades para ser seminário fértil para a germinação das ideias que são defendidas pelas professoras e pelos professores da área de Educação Química é uma luta continuada e traduz a credibilidade maior ou menor que as propostas têm em diferentes universidades (ou se relaciona na necessidade de desestabilização de certos nichos, que parecem ser proprietários de fatias do conhecimento químico). Há, usualmente, um certo desprezo por parte de profissionais da Química das demais áreas para com os que buscam a Química para fazer educação. As razões para essa postura estão na desvalorização de incursões interdisciplinares, principalmente se estas envolvem História e Filosofia da Ciência e, mais ainda, conhecimentos de Psicologia da Educação. Essa não valorização é consequência desses profissionais desconhecerem esses saberes. (CHASSOT, 2004, p. 52).

Esse processo de marginalização da formação pedagógica, nos cursos de formação inicial do professor de Química, por constituir obstáculo para o processo de formação e, conseqüentemente, interferir na prática docente, impõe a necessidade de alternativas para minimizar os prejuízos de uma formação deficiente.

Os encontros (internacionais, nacionais, regionais e/ou locais) e pesquisas cujo foco têm sido a educação Química, onde se insere o ensino de Química, contribuem efetivamente para a consolidação



desta área, permitindo que professores, pesquisadores e estudantes estabeleçam contatos entre si e com aqueles que estão na linha de frente na elaboração e difusão das propostas de mudanças para o ensino. Segundo Schnetzler e Souza (2018):

[...] mesmo reconhecendo o desenvolvimento da PEQ (**Pesquisa em Ensino de Química**) e da área de Educação Química nesses 40 anos, a própria constituição histórica dos cursos de formação de professores tem legitimado a visão simplista de docência, já que ensinar é fácil, pois basta dominar e transmitir o conteúdo químico com algumas técnicas pedagógicas que, geralmente, restringem-se à utilização de slides, ao resumo na lousa e ao monopólio da linguagem em sala de aula. (SCHNETZLER; SOUZA, 2018, p.8, grifo nosso).

Nessa direção, Carvalho e Gil-Pérez (2009) apontam como alternativa a perspectiva de um trabalho de (auto)formação onde a produção dos grupos de professores recolhe, em geral, um grande número de conhecimentos que a pesquisa aponta como necessários, afastando-se assim de visões simplistas do ensino de Ciências.

A concepção atual de formação inicial do professor de Química constitui obstáculo pedagógico para o professor em formação. Em virtude disso, Maldaner (2006) afirma que:

A prática atual de formação inicial mais frequente de professores, isto é, a separação da formação profissional específica da formação em conteúdos, cria uma sensação de vazio de saber na mente do professor, pois é diferente saber os conteúdos de Química, por exemplo em um contexto de Química, de sabê-los, em um contexto de mediação pedagógica dentro do conhecimento químico. (MALDANER, 2006, p. 45).



Essa ideia de formação demonstra a necessidade dos cursos de formação inicial apresentarem mecanismos de mediação pedagógica dentro do conhecimento químico, capazes de romper com a ideia simplista do que é ensinar, já que a realidade atual é a ausência de preocupação frente às questões pedagógicas, que podem advir do pouco valor que se tem dado à formação profissional dos professores nos cursos de licenciatura, talvez pela desvalorização dada a essa área ou, até mesmo, pela dificuldade de desenvolver atividades interdisciplinares. (MALDANER, 2006).

Segundo Schnetzler e Souza (2018):

O modelo de formação estava e até hoje está, em sua imensa maioria das licenciaturas, alicerçado numa concepção simplista de que o ensino de conteúdos escolares seja fácil, na medida em que basta ter o domínio de conteúdo específico e o conhecimento de algumas técnicas pedagógicas. (SCHNETZLER; SOUZA, 2018, p.8).

Como consequência, os professores, normalmente, têm expressado suas ideias sobre o ensino, a aprendizagem, o aluno, a metodologia de trabalho, etc., de uma forma muito simples, próprias do senso comum e distantes do que propõem os conhecimentos pedagógicos hoje aceitos pela comunidade científica. (MALDANER, 2006).

Para a melhoria do nível de conhecimento químico aprendido na escola dentro de uma concepção histórico-cultural de ensino e aprendizagem, de aluno e professor, de matéria e currículo, Maldaner (2006) orienta que:

Temos que superar a posição tradicional das propostas de ensino de Química que colocam todo o esforço do trabalho



escolar em torno dos conteúdos descontextualizados, segundo uma lógica de conhecimento sistematizado que é adequada, apenas, para quem já conhece Química. Este é o caso da maioria dos programas de Química e que são, normalmente, contemplados nos livros didáticos utilizados pelos professores. Temos de superar, também, as posições que centram todo o esforço pedagógico no aluno em contexto escolar, mesmo em postura construtivista, esquecendo que o sentido mais profundo da aprendizagem escolar é o de inserir o aprendiz, de forma intencional e sistemática, no contexto sociocultural em que vive. (MALDANER, 2006, p. 165).

Por essas razões, entendo que é preciso conceber o processo de formação em movimento, variável, flexível, contínuo, inacabado e pela pesquisa. Todavia, os futuros professores devem participar da pesquisa durante todo o processo, aprendendo a tomar decisões, passando a compreender a ciência como a busca pelo conhecimento nunca acabado.

Ao exercer a profissão, “o professor que educa pela pesquisa estará mais capacitado a produzir conhecimento sobre modos de avaliação, problemas de aprendizagem, metodologias de ensino, experimentação, uso de analogias e metáforas e sobre concepções alternativas”. (GALIAZZI, 2003, p. 55).

Nas sociedades contemporâneas, “a pesquisa científica e erudita, enquanto sistema socialmente organizado de produção de conhecimentos está inter-relacionada com o sistema de formação e educação em vigor” (TARDIF, 2008, p. 34). Essa inter-relação é expressa por meio de instituições, a exemplo das universidades, que têm assumido ações de pesquisa, de ensino, de produção de conhecimento e de formação com base nesses conhecimentos.

Dessa forma, os professores devem apropriar-se de saberes



correspondentes aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais e de formação para a cultura erudita.

Indo além dessa ideia, Tardif (2008) resume aspectos importantes, segundo um modelo aplicacionista do conhecimento, ao descrever que na formação do professor:

Os alunos passam um certo número de anos assistindo a aulas baseadas em disciplinas e constituídas de conhecimentos proposicionais. Em seguida, ou durante essas aulas, eles vão estagiar para aplicarem esses conhecimentos. Enfim, quando a formação termina, eles começam a trabalhar sozinhos, aprendendo seu ofício na prática e constatando, na maioria das vezes, que esses conhecimentos proposicionais não se aplicam bem na ação cotidiana. (TARDIF, 2008, p. 270).

Esse modelo não é somente ideológico e epistemológico, mas também um modelo institucionalizado através de todo o sistema de práticas e de carreiras universitárias, podendo ser exemplificada quando se afirmar que a pesquisa, a formação e a prática constituem, nesse modelo, três polos separados. Os pesquisadores produzem conhecimentos que são, em seguida, transmitidos no momento da formação e finalmente aplicados na prática. (TARDIF, 2008).

A formação inicial tem de preparar o futuro professor para refletir sobre sua prática, sendo importante a criação de ambientes de análise da prática, de partilha das contribuições e de reflexão sobre a forma como se pensa, decide, comunica e reage em sala de aula.

Nesse sentido, Perrenoud (2002) corrobora ao apontar a necessidade de:



Verificar em que condições os estudantes-estagiários podem entrar em prática reflexiva, o que pressupõe que eles abandonem sua profissão de aluno para se tornarem atores de sua formação e que aceitem formas de envolvimento, de incerteza, de risco e de complexidade que podem, com razão, aterrorizar aqueles que se refugiam no saber. (PERRENOUD, 2002, p. 18).

Dentre as condições estabelecidas por Perrenoud (2002) para que estudantes sejam capazes de aderir ao procedimento reflexivo merecem destaque a transposição didática e os referenciais de competência essencialmente orientados para as práticas efetivas de ensino e sua dimensão reflexiva.

Ao pensar sobre uma transposição didática e a formação de uma postura reflexiva que afetariam diversos setores da prática, acredito que só um formador reflexivo terá condições de formar professores reflexivos, não só porque ele representa como um todo o que expõe, mas por utilizar a reflexão de forma espontânea em torno de perguntas, debates, tarefas ou de um fragmento de saber.

Essa tarefa não é fácil, pois ao assumir a formação dos professores, quase sempre as universidades resistem em integrar esses saberes aos seus currículos. Geralmente, sua transmissão é destinada aos responsáveis pelos estágios e os estabelecimentos escolares. (PERRENOUD, 2002).

Esse problema agrava-se porque “a postura reflexiva mobiliza saberes teóricos e metodológicos, mas não se reduz a eles. Ela não pode ser ensinada”. (PERRENOUD, 2002, p. 81). Isso porque, pertence ao âmbito das disposições interiorizadas, entre as quais estão as competências, bem como uma relação reflexiva com o mundo e com o saber, a curiosidade, o olhar distanciado, as atitudes e a vontade de



compreender.

Diante da emblemática discussão em torno da dicotomia existente entre a (in)utilidade do ensino de Química, é preciso que o ambiente de formação propicie ao futuro professor discussões e reflexões acerca da prática docente, em uma perspectiva de formar cidadãos cada vez mais conscientes e atuantes na sociedade, mas isso deve ocorrer, a meu ver, durante todo o curso de formação inicial e não apenas nos últimos anos, havendo a necessidade de continuidade e permanência na formação do professor.

Para isso, será necessário um maior engajamento dos envolvidos (por meio de pesquisa, reflexão, atividades em grupo, leituras, debates, participação em encontros de ensino de Química, etc.). Em contrapartida, a educação básica precisa constituir o sujeito num contexto interdisciplinar, tornando-o autônomo em relação ao meio social, tecnológico e natural, capacitando-o a decidir e propor mudanças responsáveis a partir de situações-problema.

## 1.2 A teoria da Transposição Didática

O conceito de transposição didática faz parte de um modelo teórico proposto para análise do sistema didático e foi formulado originalmente pelo sociólogo Michel Verret, em 1975, quando se propôs a fazer um estudo sociológico da distribuição de tempo das atividades escolares, visando contribuir para a compreensão das funções sociais dos estudantes. Segundo Leite (2004):



Foi para pensar o tempo das práticas escolares que o sociólogo ocupou-se dos saberes que circulam nesse contexto, propondo que estes condicionariam o tempo dos estudantes em dois sentidos: haveria o tempo do conhecimento, regulado pelo próprio objeto de estudo, mas haveria também o tempo da didática, definido em função das condições de “transmissão” desse conhecimento. (LEITE, 2004, p. 47).

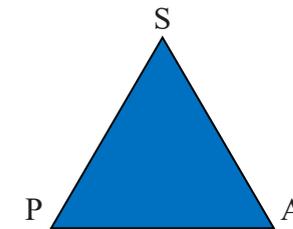
Posteriormente, em 1980, o matemático Yves Chevallard retomou essa ideia inserindo-a num contexto mais peculiar, criando uma teoria e com isso sendo capaz de analisar questões importantes no domínio da didática da matemática.

A origem do conceito em didática da matemática foi formalizada por Y. Chevallard e M. A. Johsua, quando estes examinaram as transformações sofridas pela noção matemática de distância, desde a sua introdução no “saber sábio”, em 1906, por Fréchet, até o momento de sua introdução, em 1971, nos programas da disciplina de geometria da sétima série, momento em que o “saber ensinar” transformou-se na noção de geometria da reta. (ASTOLFI e DEVELAY, 1990).

Com o tempo, essa ideia foi sendo incorporada, ampliada e utilizada em diversas áreas do conhecimento, a exemplo da Química, conforme tento apresentar nesta obra por entender que “a teoria da transposição didática fornece um modelo para analisar a distância existente entre o saber sábio (científico) e o saber ensinado, concebendo o sistema didático enquanto *locus* privilegiado da abordagem da epistemologia do saber ensinado”. (CHAGAS, 2009, p. 77).

Para Chevallard (1991, p. 23) sua teoria vem rever um equívoco da reflexão pedagógica: a discussão dos saberes escolares de forma secundarizada. Para tanto, insere a representação triangular do sistema

didático (figura 1), demonstrando a complexidade das relações entre os integrantes desse sistema: o saber (S), quem ensina/professor (P), quem aprende/aluno (A), com a indagação “por que essa operação aparentemente harmoniosa e serena um dia entra em crise?”<sup>4</sup>.



**Figura 1.** Sistema didático (CHEVALLARD, 1991, p. 23).

Chevallard (1991) reconhece a complexidade das relações estabelecidas entre os três integrantes do sistema didático, considerando que a discussão da triangulação didática, em uma perspectiva epistemológica, significa pensar as relações que nele ocorrem a partir dos saberes escolares.

A teoria da transposição didática é definida por movimentos contraditórios em duas lógicas: interna e externa. Compreender essas lógicas permite a assimilação do processo de construção do saber escolar.

É no sistema didático que ocorre a transposição didática interna (TDI), relacionada à singularidade que cada professor dá ao saber a

<sup>4</sup> “*Pouquoi ce fonctionnement, apparemment harmonieux et serein, en vient-il un jour à entrer en crise?*”



ensinar a partir do texto do saber (livro didático), dos programas e dos currículos.

Para que determinado saber seja ensinado torna-se necessário o distanciamento em relação aos demais saberes que lhe servem de referência. “Na lógica interna do funcionamento do sistema didático, esse distanciamento tende a ser negado por meio da busca da legitimidade do saber escolar [...]”. (CHAGAS, 2009, p. 17).

Devido ao *locus* de ocorrência da TDI, esta é menos visível que a transposição didática externa (TDE), materializada no âmbito da noosfera, definida por Chevallard como instituição de transposição de saberes, local onde se opera a interação entre o sistema didático e o ambiente social ou ainda, esfera onde se pensa o funcionamento didático e se origina o texto escolar.

Para Chevallard (1991) o processo de transposição didática externa é determinado pela noosfera que influencia tanto a seleção dos conteúdos escolares quanto os métodos de ensino, fazendo parte dela: cientistas, professores, políticos, autores de livros e outras pessoas que interfiram no processo educativo. Por tais razões, não é possível compreender os acontecimentos no interior do sistema didático sem levar em consideração as determinações existentes no seu exterior.

Nesse sentido, pode-se afirmar que o professor participa tanto da transposição didática externa, pois imprime influência sobre a seleção dos conteúdos e dos métodos de ensino, quanto da transposição didática interna, já que ele é agente do sistema didático, pois transforma sua aula em saberes ensinados.

Ao pensar no funcionamento do sistema didático, chamo a atenção para a necessidade de exercer a vigilância epistemológica (para evitar que ocorra distanciamento entre o saber ensinado e o saber de

referência), examinando os movimentos da transposição didática ao longo da cadeia que leva dos saberes científicos aos saberes a ensinar, seguidos dos ensinados, e, por fim, os aprendidos.

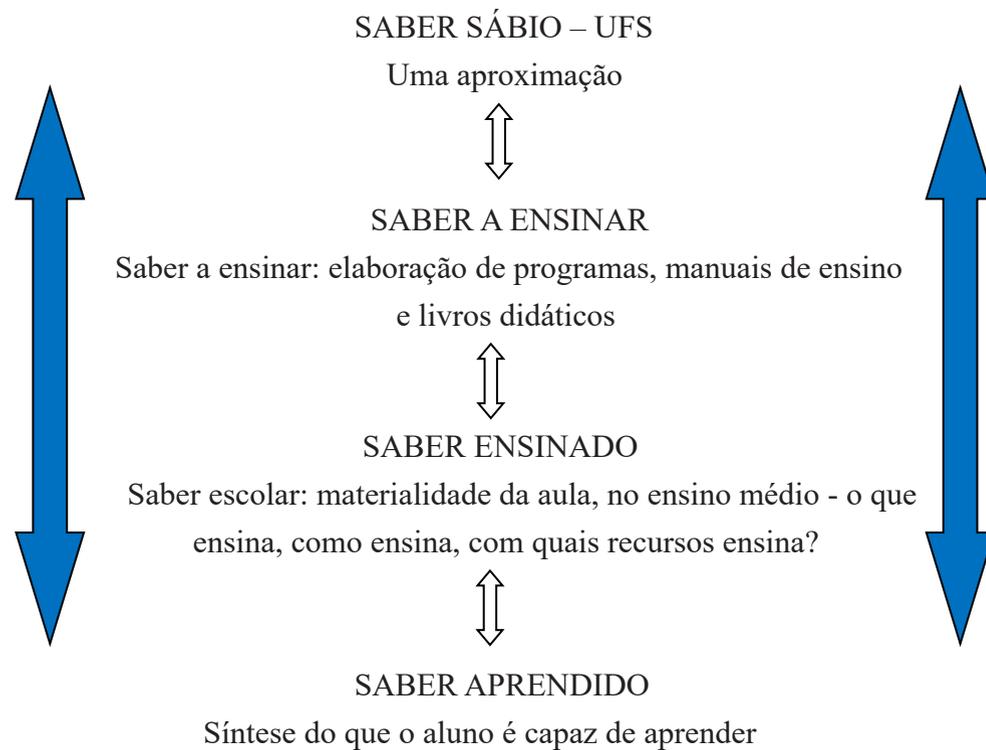
Segundo Chagas (2009, p. 80) “o saber a ensinar é produzido quando da elaboração de programas de ensino, todavia não serão tais programas que conduzirão diretamente o processo de ensino”. Além disso, Chagas (2009) explica que:

No âmbito desse processo surgem os manuais de ensino ou livros didáticos, que implicam na estruturação de uma nova adaptação. Os livros didáticos podem trazer, por exemplo, o programa dividido em capítulos, tópicos, ilustrações, que de certo modo irão reconfigurar o saber escolar. (CHAGAS, 2009, p. 80).

Isso significa que o saber passa por mudanças, adaptações, ressignificações até chegar na sala de aula, momento em que o professor torna o saber ensinado em saber ensinável. Aproveito para esclarecer que não tive a intenção de analisar detalhadamente a transposição didática dos modelos atômicos no interior do sistema didático. Ao contrário, apresento alguns indicativos das interações do sistema didático (TDI), já que foi/é muito difícil a captura de elementos do seu funcionamento sem vê-lo em ação, ou seja: acompanhar as aulas, observar, filmar e/ou gravar a atuação dos sujeitos no sistema didático, isso devido às determinações que marcam a TDI.

Para melhor compreensão da minha intenção, apresento a seguir (figura 2) a ideia norteadora desta pesquisa acerca da formação e atuação dos professores de Química no contexto da transposição didática dos modelos atômicos.





**Figura 2.** Cadeia do saber

Com efeito, o saber sábio é produzido em centros de pesquisa e nas academias. Este saber é transformado em saber a ensinar e, por fim, o saber a ensinar é transformado em saber ensinado. O saber a ensinar “é um produto organizado e hierarquizado em grau de dificuldade, resultante de um processo de total descontextualização e degradação do saber sábio”. (ALVES FILHO, 2000, p. 179).

Os livros-textos exibem o saber a ensinar, agora como conteúdo, em uma formatação organizada, dogmatizada e, na maioria das vezes, a-histórica, o que contribui para a configuração em conteúdos fechados

e ordenados, de aspecto cumulativo e linear, resultando em uma lógica sequencial, reconstituído em um novo quadro epistemológico, diferente daquele que gerou o saber sábio.

No ambiente escolar, o saber a ensinar torna-se objeto de trabalho do professor quando ele, tomando como base o livro didático, prepara sua aula. Nesse momento, ocorre mais uma transformação do saber, em que o saber a ensinar transforma-se em saber ensinado. O saber ensinado ocorre no interior do sistema didático, local de várias interações entre os seus constituintes (professor, aluno e saber).

Apesar de Chevallard (1991) considerar três níveis de saberes: saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado, considere no esquema ilustrativo outro nível, o saber aprendido, reforçando a necessidade do exercício da vigilância epistemológica para evitar o surgimento do que Chevallard (1991) define como ‘envelhecimento biológico’<sup>5</sup> e ‘envelhecimento moral’<sup>6</sup>, examinando os movimentos da transposição didática ao longo da cadeia que leva dos saberes científicos aos saberes a ensinar, depois ensinados, e, finalmente, aprendidos.

A inclusão de mais um nível do saber, o saber aprendido, foi uma forma que encontrei para ampliar o olhar sobre a teoria da transposição didática, buscando reconhecer o papel do professor e do aluno no interior do sistema didático no processo de mobilização e resignificação dos saberes, mas também de compreender qual o lugar do aluno no sistema didático, além de identificar como o aluno aprende e resignifica o saber aprendido. Segundo Chevallard (1991):

5 Ocorre sempre que o saber ensinado se afastar de forma demasiada do saber sábio.

6 Ocorre sempre que o saber se aproxima do senso comum.



A distinção existente entre professor e aluno, é afirmada especificamente, não em relação ao saber, mas em relação ao tempo do saber. A inserção temporal do saber durante o processo didático constitui professor e o aluno, de um mesmo movimento, em diferentes posições e com relações específicas no que se refere à antecipação do saber, ou seja, o antes e o depois. Nesse sentido, distingue-se o tempo de ensino – em que a antecipação é essencial – e o tempo de aprendizagem, no qual ocorre um efeito retroativo com distintas relações com a duração. (CHEVALLARD, 1991, p. 72, tradução nossa)<sup>7</sup>.

A distinção existente entre professor e aluno em relação ao tempo do saber refere-se à ideia de o professor possuir o domínio do saber antes do aluno, o que permite que o professor articule a dinâmica dos objetos que tomará como referência para fazer evoluir o seu projeto de ensino e o tempo didático.

Portanto, torna-se evidente que professor e aluno ocupam posições distintas na dinâmica da duração didática proposta por Chevallard (1991)<sup>8</sup>:

<sup>7</sup> “La distinction de l’enseignant et de l’enseigné s’affirme donc spécifiquement, non par rapport au savoir, mais par rapport au temps du savoir: le déploiement temporel du savoir dans les processus didactique constitue comme tels enseignant et enseigné, d’un même mouvement, dans leurs positions respectives et leurs relations spécifiques à l’avant et à l’après (à l’anticipation). En ce sens déjà, le temps de l’apprentissage, ou l’anticipation est essentielle, et le temps de l’apprentissage, ou un certain type de rétroactions est en travail, se distinguent, parce qu’ils manifestent des rapports distincts à l’adurée”.

<sup>8</sup> “On va voir que la distinction se modèle selon d’autres formes. Enseignant et enseigné occupent des positions distinctes par rapport à la dynamique de la durée didactique: ils diffèrent par leurs rapports spécifiés à la diachronie du système didactique, à ce que l’on peut nommer la chonogénèse. Mais ils diffèrent aussi selon d’autres modalités: selon leurs places respectives par rapport au savoir en construction, par à ce qu’on appelle la topogénèse du savoir, dans la synchronie du système didactique”.



A distinção é modelada de acordo com outras formas. Professor e aluno ocupam posições em relação à dinâmica da duração didática: diferem por suas relações específicas com a diacronia do sistema didático, denominada de cronogênese. Mas eles diferem também de acordo com outras modalidades: de acordo com os seus respectivos lugares por referência ao conhecimento em construção, o que recebe o nome de topogênese do conhecimento, na sincronia do sistema didático. (CHEVALLARD, 1991, p. 72-73, tradução nossa).

Fica evidente que no sistema didático professor e aluno ocupam lugares diferentes. Parece-me que o contrato didático se mostra como uma possibilidade de investigação futura para compreender os papéis de cada um dos participantes do sistema didático cujas relações são complexas, mas que não foram foco da presente pesquisa.

Por tais razões, é importante reforçar que minha intenção foi compreender a transposição didática em duas dimensões: na universidade, local de formação inicial de professores, e na escola, buscando identificar elementos da transposição didática interna e externa, mas sem seguir a ideia de transportar de um lugar (academia) para o outro (escola), ao contrário, o movimento dado foi no sentido de verificar como a instituição formadora abordou o saber modelos atômicos e se essa abordagem contribuiu para que na escola o professor fosse capaz de transpor didaticamente este saber sem se afastar do saber de referência, com o intuito de compreender se e como ocorreram as interações e ressignificações do saber.



### 1.3 Modelos no ensino de Química

Pensar no ensino de Química por meio do uso de modelos requer uma breve discussão sobre o sentido do termo – modelos, e, por conseguinte, de modelos atômicos para compreender de que forma este se orienta no ensino de Química.

Segundo Justi (2006, p. 175, tradução nossa) “o significado mais popular da palavra modelo é de que modelo é uma representação concreta de alguma coisa”<sup>9</sup>. Na atualidade, o conceito mais aceito é o de que “Um modelo é uma representação de uma ideia, objeto, acontecimento, processo ou sistema, criado com um objetivo específico”<sup>10</sup>. (GILBERT, BOULTER e ELMER, 2000 *apud* JUSTI, 2006, p. 175, tradução nossa).

Um dos objetivos da criação de modelos é desenvolver uma representação que leve a pensar cientificamente. Nessa direção, Justi (2006) define ciência como “um processo de construção de modelos com distintas capacidades de previsão”. (JUSTI, 2006, p. 176, tradução nossa). Quanto à definição de ciência apresentada, Justi (2006) afirma que:

Esta definição une os processos (de elaboração de modelos e de utilização dos mesmos como ferramentas do pensamento científico) e os produtos (modelos gerados por tais processos) da ciência. Ao mesmo tempo identifica a construção de modelos não como uma etapa auxiliar, mas como um aspecto fundamental em um processo dinâmico e não linear do conhecimento científico. (JUSTI, 2006, p. 176, tradução nossa).

<sup>9</sup> “El significado más popular de la palabra modelo es el de que modelo es una representación concreta de alguna cosa”.

<sup>10</sup> “Um modelo es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico”.



Transpondo essas concepções para o ensino da Química, percebe-se que muitas vezes os modelos são apresentados aos alunos isoladamente e sem conexão histórica, passando a falsa ideia de se tratar de um reflexo da própria realidade. Com o propósito de evitar tais concepções equivocadas, é importante que a construção dos modelos leve o aluno a um pensamento mais crítico e reflexivo, de modo que ele compreenda que modelos são representações e que a ciência é produto da construção humana alicerçada a partir de verdades provisórias.

Chassot (2007) afirma que é através de modelos, nas mais diferentes situações, que se pode apresentar inferências e previsões de propriedades, pois fazer modelos, isto é, imaginar átomos - e vale insistir que imaginar é fazer imagens – tem limitações e exigências que transcendem àquelas interações que são mais usuais no nosso cotidiano. Nesse sentido, Chassot (2007) alerta que:

É importante observar quanta adequação há, hoje, no modelo de Demócrito para explicarmos a maioria das nossas necessidades sobre átomos. É claro que, por desconhecer maneiras mais apropriadas e aprofundadas de investigar a natureza da matéria. Demócrito não fala de elétrons, prótons, nêutrons. É preciso sublinhar que esta aparente limitação do modelo de Demócrito não fazia falta para se explicar, então, aquilo que se desejava para entender a natureza. Os nêutrons, por exemplo, foram descobertos em 1932 e só então foram incorporados ao modelo, porque houve necessidade de se explicar, por exemplo, a grande concentração de massa no núcleo. Mas estas partículas também não são mais consideradas indivisíveis. Há modelos (confirmados experimentalmente em abril de 1994) onde se consideram os quarks e os léptons como partículas formadoras dos prótons. Há não muito tempo (fevereiro de 1996) cientistas anunciavam a possibilidade dos quarks serem divisíveis. Se isto for confirmado teremos a reedição do



feito de Rutherford (1871-1937), quando anunciou que átomos tinham núcleo. (CHASSOT, 2007, p. 163).

Isso significa dizer que existem diversos modelos (representações) e que eles (os modelos) apresentam limitações, mas o surgimento de novos modelos não exclui os já existentes. O que ocorre é que para determinadas explicações determinado modelo vai ser mais adequado que outro.

Chassot (2007) apresenta duas limitações que representam a causa da necessidade do uso de modelos: a primeira é a de que os modelos se destinam a descrições de situações com as quais dificilmente interagimos diretamente, e das quais conhecemos apenas os efeitos; a segunda afirma que os modelos são simplificações de situações muito diversificadas, para as quais haveria necessidade de milhares de descrições diferentes. Estas duas limitações concorrem muito, ainda que diferentemente, para a determinação das nossas exigências sobre o modelo que vamos elaborar. Segundo Maia e Justi (2009):

O conhecimento sobre a Ciência e sua construção e o desenvolvimento de habilidades do pensamento científico são desenvolvidos em atividades investigativas através de quatro demandas fundamentais, que são: “saber o que”, “saber como”, “saber por que” e “saber quando e onde aplicar o conhecimento”. (MAIA; JUSTI, 2009, p. 3).

Na busca de relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de Ciências, considerando que ambas são práticas epistêmicas importantes da ciência, Justi (2015) afirma que a produção do conhecimento tem que ocorrer o mais próximo possível da própria ciência.

Nesta perspectiva, Justi (2015) propôs um diagrama de modelo



de modelagem considerando quatro etapas, de modo que cada uma exerce influência sobre a outra, a saber: elaboração, expressão, teste e avaliação.

A elaboração de um modelo mental ocorre a partir da integração dinâmica e, às vezes, simultânea de: definir os objetivos do modelo ou entender os objetivos propostos para o modelo; obter informações sobre a entidade a ser modelada [...]; definir uma analogia ou um modelo matemático para fundamentar o modelo; e integrar essas informações na proposição de um modelo. A expressão do modelo mental de forma a torna-lo acessível a outros sujeitos pode ocorrer a partir da utilização de quaisquer dos modos de representação (concreto, virtual, verbal, gestual, matemático). Os testes de modelo visando avaliar sua coerência com os objetivos podem ser dois tipos (empíricos e mentais), dependendo da entidade que está sendo modelada e das condições disponíveis para a realização dos mesmos. Finalmente, a avaliação do modelo consiste na identificação da abrangência deste e ocorre a partir da tentativa de utilização do modelo em diferentes contextos. (JUSTI, 2015, p. 10).

Isso implica dizer que na ciência, argumentação e modelagem estão imbricados e podem ser uma alternativa para o ensino de Química desde que isto ocorra o mais próximo da própria ciência.

Na presente obra, a seleção do saber modelos atômicos ocorreu diante da sua importância conceitual, estrutural, de caráter complexo e abstrato, o que garante a este saber um papel central no âmbito disciplinar da Química.

A Química é estruturada em modelos e, por isso, além dos modelos atômicos, existem outras formas de representação, a exemplo dos modelos moleculares, modelos matemáticos e modelos de reações.

Parece-me que a proposta apresentada por Justi (2015) é



aplicável ao ensino dos modelos atômicos e se apresenta como mais uma possibilidade de se promover a transposição didática deste saber, visto que há uma preocupação com a vigilância epistemológica na medida em que se busca uma aproximação com a própria ciência, e, desta forma, permite que os alunos sejam inseridos no processo de alfabetização científica.

Por tais razões, considero necessário apresentar um breve histórico sobre o atomismo pois fazer uma incursão sobre a história da Química, em particular do atomismo, é importante para a aprendizagem e compreensão dos principais aspectos teórico-conceitual.

#### 1.4 Breve histórico sobre o atomismo

A origem da matéria, as transformações da matéria e a caracterização das diferentes espécies de matéria constituem o campo de trabalho e estudo da Química que a antecedeu no plano histórico. Se os objetivos desse estudo nem sempre foram os mesmos, o seu cerne foi sempre estudar a matéria inanimada e animada.

O atomismo é, essencialmente, um modelo de explicação causal, no sentido de ser uma estrutura de conceitos que é isomórfica em relação à realidade. Assim, as transformações que ocorrem na realidade podem ser representadas por transformações no modelo que, como tal, não é uma cópia do real, mas uma representação parcial do mesmo. Uma realidade inacessível aos sentidos é explicada por meio de idéias e objetos similares àqueles existentes no mundo real. Neste sentido, o modelo, apesar de fazer uso de uma analogia com objetos mecânicos reais, ultrapassa essa simples analogia, pois implica a criação de uma estrutura que não é idêntica ao real.



(SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2006, p. 10-11).

Segundo Maar (1999) devido à impossibilidade de uma delimitação clara do campo dedicado à química, a história ou evolução da química deve ser entendida no contexto da História da Ciência como um todo.

Contudo, uma história da Química não será uma relação de datas, nomes e descobertas, ao contrário disso, no contexto da totalidade do conhecimento científico, e inserida no ambiente filosófico, histórico e social em que deve ser estudada, mostrará que são possíveis outras subdivisões e outros critérios para estabelecê-las.

Inserida numa abordagem sobre o processo de evolução da ciência, a história da Química aqui descrita estará imbricada com uma breve incursão em torno do termo paradigma, por entender que este bem representa o processo de origem e rupturas que ocorre na ciência.

Ao falar em paradigma, sempre busco ancoragem teórica em kuhn (2009) que o apresenta como sendo “[...] aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma”. (KUHN, 2009, p. 221).

Numa perspectiva histórica do campo das ciências, Kuhn (2009) contribui para compreensão sobre o desenvolvimento das ciências, envolta em uma contínua competição de diferentes concepções de natureza, mas com aproximações das diretrizes metodológicas do método científico.

Em outras palavras, pode-se afirmar que a ciência é orientada por um certo paradigma, de modo que pensar no desenvolvimento



normal de uma ciência evoluída pressupõe mudanças paradigmáticas que caracterizam a revolução científica. (KUHN, 2009).

Nesse contexto, Maar (1999) apresenta quatro etapas da história da química: (1) a Protoquímica, da antiguidade remota ao início da era cristã; (2) a Alquimia, do início da nossa era a mais ou menos 1500; (3) a Química Pré-Moderna, nos séculos XVI e XVII e (4) a Química Moderna, a partir do século XVIII.

A Protoquímica compreendia as especulações teóricas e as artes práticas dos antigos e que hoje incluímos na química. Já a Alquimia é difícil de ser definida, mas é certo que não se trata apenas de uma pseudo-ciência que busca a transmutação de metais menos nobres em ouro, ou o “elixir” que cura todas as doenças e leva à imortalidade. É antes disso uma abordagem subjetiva do mundo natural, na qual o observador integra-se ao observado. (MAAR, 1999).

A química pré-moderna foi marcada pelos primeiros rudimentos de sistematização, organização e racionalização, com ênfase na experimentação e na verificação, enquanto que a Química Moderna é organizada racionalmente inter-relacionando teoria e experimentação, fruto de uma longa evolução científica que teve origem no século XVII e término no século XIX. (MAAR, 1999).

É importante destacar que o paradigma indica o critério de escolha de problema, bem como de uma solução possível (hipótese), dentro da lógica estabelecida pela comunidade científica. (KUHN, 2009).

Contudo, quando pesquisas orientadas por este princípio interrompem problemas que este paradigma orientador não contava, emerge o que Kuhn (2009, p. 77-78) chama de “anomalia”, “quando fenômenos novos e insuspeitados são periodicamente descobertos pela

pesquisa científica”, levando ao cientista inventar teorias radicalmente novas.

É importante considerar que a passagem da alquimia para a química não ocorreu de forma linear, ao contrário, houve uma ruptura entre a alquimia, que detinha um estatuto de magia, religião e filosofia, e a química que passou a ter uma estrutura lógica e racional, sem o tratamento místico e de pseudociência.

Dentre as diversas teorias sobre a constituição da matéria que compõe o universo, a mais lógica na antiguidade grega foi a hipótese atomística, que possibilitou explicações para a estrutura da matéria do nosso universo sem recorrer a entidades divinas ou misteriosas. Segundo Martins (2001):

A teoria fundamental de Leucipo e Demócrito era a de que o Universo era constituído de duas coisas, os átomos e o vácuo; isto é, composto de agregados de matéria e de um vazio total. Demócrito acreditava que as diversas espécies de matéria poderiam ser subdivididas em pedaços cada vez menores até atingir um limite, além do qual nenhuma divisão seria possível. A denominação átomo dada a estas partículas indivisíveis foi, na realidade, de Epicuro, quase um século mais tarde. As substâncias eram diferentes porque os seus átomos diferiam quanto à forma ou pela maneira como estavam agregados. As diversas substâncias eram diferentes entre si quanto à dureza, porque os átomos podiam estar bastante próximos ou afastados. Quando estavam muito próximos, o corpo era sólido; e, quando mais afastados, o material era mais maleável. Os átomos explicavam também todas as nossas sensações: paladar, olfato, tato, visão e audição. (MARTINS, 2001, p. 2).

Para Demócrito, o fogo e a alma humana eram também de natureza atômica. Constituídos de átomos esféricos que apresentavam



grande movimentação, de forma tal que seria impossível permanecerem reunidos. Os átomos de alma tinham por finalidade gerar o calor do corpo e constituíam a força vital, isto é, o fundamento da própria vida. Na morte, os átomos constituintes da alma partiriam de maneira lenta, o que explicaria o crescimento dos cabelos e das unhas de um cadáver. Aos poucos os átomos da alma iam se desprendendo e nada mais permanecia. (MARTINS, 2001).

Segundo Maar (1999), Demócrito idealizou uma teoria atômica, adaptada de ideias anteriores de Leucipo, caracterizada da seguinte forma: (1) toda matéria se subdivide em átomos eternos e indestrutíveis, que não têm causa; (2) cada espécie da matéria é constituída por átomos qualitativamente iguais (há, pois, um número infinito de tipos de átomos); (3) os átomos estão em contínuo movimento no vácuo e (4) os diferentes tipos de átomos diferem em forma, tamanho e massa.

Com esta teoria, concebendo a matéria e o vácuo, Demócrito explica os fenômenos físicos observáveis, que segundo ele são sensações que registramos, pois, a única coisa real é o movimento dos átomos no espaço.

Epicuro, filósofo grego, retomou as ideias de Demócrito e Leucipo, ao apresentar a sua filosofia do universo. Para ele, há o vácuo, pois se ele não existisse, criando o espaço e a extensão, não teriam os corpos um local para estar, nem onde se movimentar como na verdade se movem. Além disso, via o Universo como infinito pela grandeza do vácuo e pela quantidade destes átomos. Acreditava ainda que os átomos não tinham princípio já que eles e o vácuo são a causa de tudo. (MARTINS, 2001).

No século XVIII, o filósofo e matemático alemão, Gottfried Wilhelm Leibniz, afirmava que os átomos constituídos de matéria



eram contrários à razão. Leibniz considerava que Descartes tinha razão quando afirmava que o átomo de Demócrito não poderia ser esta unidade, pois sendo constituído de matéria poderia, ainda, vir a ser subdividido. Como Descartes, Leibniz negava a existência do vácuo absoluto. (MAAR, 1999).

No final do século XVIII, “ocorreram na química uma revisão e uma renovação de teorias e conceitos vigentes, não só do ponto de vista de estrutura lógica do conhecimento químico, mas mesmo linguístico, renovação essa que se convencionou chamar de Revolução Química”. (MAAR, 1999, p. 696).

Esta revisão e renovação das teorias e conceitos vigentes representa bem a ideia de ruptura, pois as revoluções nas estruturas científicas denotam bem isto, são elas que provocam mudanças na concepção de mundo. (SANTANA; SOBRAL; MACHADO, 2013).

A Revolução Química foi/é um dos episódios mais marcantes da História da Ciência, frequentemente comparado à Revolução Copernicana, ou ao Evolucionismo de Darwin/Wallace/Bates. O nome do químico que mais teve destaque com as transformações ocorridas foi Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794).

O elemento químico não é mais uma entidade abstrata, intangível do ponto de vista experimental. Os vocábulos para nomear os elementos químicos foram listados numa tabela, passando a ser possível, através deles, indicar os compostos, no quadro de nomenclatura binomial. (CHAGAS, 2009, p. 34).

Como se pode ver, emerge uma nova visão da realidade que para Capra (2002, p. 59) consiste “na consciência do estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos – físicos,



biológicos, psicológicos, sociais e culturais”.

É possível afirmar que Lavoisier estabeleceu as bases fundamentais que iriam permitir remoção das ideias alquímicas no estudo das transformações da matéria. Pode-se dizer que, a partir de suas contribuições, a química desenvolveu-se rapidamente na direção de uma ciência qualitativa, com estatuto de ciência, linguagem e metodologia específica, ganhando estatuto de saber sábio. (CHAGAS, 2009).

Diante destas afirmações, salta-se para o início do século XIX, período marcado pelo atomismo moderno. Nesta época, John Dalton postulou uma teoria que se constituiu num poderoso estímulo para a pesquisa da natureza química dos elementos e de suas partes constituintes.

A hipótese atômica de Dalton surgiu dos fatos expressos pelas leis das combinações químicas (Lei das proporções definidas – Lei das proporções múltiplas – Lei das proporções recíprocas) e segundo Martins (2001) está baseada nos seguintes postulados:

I – Os elementos químicos consistem em discretas partículas de matéria, os átomos, que não podem ser subdivididos por qualquer processo químico conhecido e preservam as suas individualidades nas reações químicas;

II – Todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos em todos os aspectos particularmente em peso – diferentes elementos têm átomos diferindo em peso. Cada elemento é caracterizado pelos pesos de seus respectivos átomos;

III – Os compostos químicos são formados pela reunião de átomos de diferentes elementos em proporções numéricas simples, isto é, 1:1, 1:2, 2:1, 2:3[...]. (MARTINS, 2001, p. 9).



Assim, após Dalton, “a química passou a ter uma estruturação lógica e racional, sem o tratamento místico e pseudocientífico da velha alquímica”. (MARTINS, 2001, p. 10). No final do século XIX existia uma polêmica considerável: os raios catódicos eram partículas carregadas ou algum processo indefinido do éter?

Segundo Martins (2001, p. 22) Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) “havia aparentemente mostrado que os raios catódicos não eram defletidos por um campo elétrico, mas Thomson provou que isto era incorreto”. Ao verificar a existência de sua carga elétrica e sua natureza corpuscular, Thomson estabeleceu a sua relação carga-massa. Os raios catódicos apresentam propriedades importantes:

- I – propagou-se em linha reta;
- II – podem penetrar pequenas espessuras da matéria;
- III – apresentam carga negativa;
- IV – são defletidos por um campo elétrico;
- V – são defletidos por um campo magnético;
- VI – transportam considerável quantidade de energia cinética. (MARTINS, 2001, p.22).

Thomson demonstrou que os raios catódicos eram partículas fundamentais, negativamente carregadas, e que apresentavam uma massa que era muito menor que o mais leve átomo conhecido.

Desta forma, Thomson ficou famoso pela descoberta do elétron e por suas pesquisas de condução de eletricidade através dos gases. Assim, o final do século XIX apresentou para a Física um problema, que se constituiu numa grande revolução científica e que trouxe para a história do átomo profundas consequências: a quantização de energia proposta por Plank determinou o marco inicial para a física moderna.



Na concepção de Martins (2001):

Na hipótese de Plank a energia não poderia ser contínua, mas discreta e, portanto, constituída de pequenos pacotes denominados de quantum de energia [...] postulou que a energia não poderia ter valores que variassem continuamente de zero a infinito, mas só poderia ter valores iguais a:  $0, \epsilon_0, 2 \epsilon_0, 3 \epsilon_0, 4 \epsilon_0, \dots, n \epsilon_0$ , onde  $\epsilon_0$  é uma quantidade discreta e finita, ou quantum de energia, e  $n$  é um número inteiro. O valor de  $\epsilon_0$  é dado pela expressão  $h \cdot \nu$  sendo  $h$  uma constante universal, ou constante de Plank e  $\nu$  a frequência da radiação. (MARTINS, 2001, p. 28).

Com isso, muitos fenômenos e teorias vieram reforçar a hipótese de Plank da quantização da energia, como por exemplo: o efeito fotoelétrico, com a solução quântica de Einstein; o efeito Compton; o modelo de Bohr; a teoria do calor específico e, finalmente a própria Mecânica Quântica.

Após esses fenômenos e teorias, partimos para a metade do século XX, período em que novas conquistas em radioatividade emergiram, tendo em Rutherford uma das maiores contribuições do século.

Rutherford determinou, por meio de experimentos, a existência de duas novas espécies de radiação emitidas pelo urânio: a radiação alfa ( $\alpha$ ) e a radiação beta ( $\beta$ ). Segundo Martins (2001) no estudo da radioatividade natural.

Verificou-se a existência de três tipos diferentes de radiação: (1) raios alfa ou partículas  $\alpha$  – as partículas  $\alpha$  se apresentam como partículas, e não radiações, que eram carregadas positivamente e emitidas com grande velocidade. Demonstrou Rutherford que as partículas alfa poderiam ser desviadas por campos elétricos e magnéticos; (2) raios beta ou Partículas  $\beta$  –

partículas negativas descobertas por Rutherford. São mais penetrantes que as partículas alfa. São desviadas por campos elétricos e magnéticos; (3) raios gama ou partículas  $\gamma$  – não apresentam carga elétrica e foram identificados inicialmente como Raio-X. (MARTINS, 2001, p. 31).

Segundo Martins (2001) Niels Bohr considerou instável o modelo atômico proposto por Rutherford. Dentre as razões, fundamentalmente, que o conduziram a essa conclusão pode-se citar as leis da Eletrodinâmica Clássica.

Os elétrons sendo partículas carregadas negativamente, ao serem submetidos a uma força de atração coulombiana do núcleo positivo, deveriam emitir uma radiação, perdendo gradativamente energia e acabando por cair no núcleo. Haveria uma perda contínua de energia, o que contrariava os resultados experimentais da espectroscopia atômica que tinham sido obtidos no final do século XIX.

De acordo com Martins (2001), a solução de Bohr, para o problema da radiação, foi obtida com os seguintes postulados.

I – Um sistema atômico possui um número de estados nos quais nenhuma emissão de radiação se efetua. As partículas carregadas estão em movimento relativo umas em relação às outras, mas nenhuma emissão de radiação é efetuada de acordo com as leis da Eletrodinâmica Clássica. Estes estados são denominados “estados estacionários do sistema”.

II – Qualquer emissão ou absorção de radiação deverá corresponder a uma transição entre dois estados estacionários. A radiação emitida ou absorvida em uma transição é homogênea, e a sua frequência  $\nu$  é determinada pela relação:  $h \nu = W_1 - W_2$ , onde  $h$  é a constante de Planck,  $W_1$  e  $W_2$  são as energias dos estados estacionários.



III – O equilíbrio dinâmico do sistema nos estados estacionários é governado pelas leis comuns da Mecânica, mas estas leis não são válidas na transição de um estado para outro.

IV - Os diferentes possíveis estados estacionários são constituídos por elétrons solitários, girando em torno de um núcleo positivo, com um momento angular  $L$  dado pela expressão:  $L = n \cdot (h/2\pi)$ , sendo  $h$  a constante de Planck e  $n$  um número inteiro e positivo, chamado usualmente de “número quântico”. (MARTINS, 2001, p. 54).

A teoria de Bohr sobre o átomo, permitiu também fornecer uma base teórica à tabela periódica dos elementos químicos, desenvolvida, pelo químico Dmitri Mendeleev, em 1869. No entanto, Martins (2001) afirma que:

Apesar do sucesso apresentado à época, o trabalho de Bohr contém em sua estrutura fundamental contradições básicas. No primeiro Postulado, ele nega, considerando as órbitas estacionárias, os princípios fundamentais do Eletromagnetismo Clássico. Entretanto, ele considera que os elétrons permanecem em órbita por intermédio de uma atração coulombiana, aceitando com esta afirmação uma das leis do Eletromagnetismo Clássico, que é a “lei de Coulomb”. (MARTINS, 2001, p. 55).

O autor ainda destaca as possibilidades teóricas que o átomo de Bohr desenvolveu na explicação do momento magnético atômico. O giro dos elétrons em órbita deveria ser responsável pela criação de um campo magnético e haveria, como consequência, o aparecimento de um momento magnético orbital.

Outra contribuição de grande relevância para a história do átomo foi a teoria da relatividade, pois permitiu que alguns fenômenos que

não poderiam ser interpretados, através da Mecânica Clássica, tivessem uma explicação relativística. De um modo geral, os problemas da Física atômica envolviam sempre partículas com velocidades maiores que um décimo da luz e relações que associavam matéria e energia. Apesar da grande importância que a teoria da relatividade representa para as Ciências, estarei, nesta pesquisa, focado nos primeiros modelos explicativos de constituição da matéria.

A teoria da relatividade inaugura um novo paradigma, considerada por Kuhn (2009), Capra (2002) e Boaventura (2003) como marco que põe de ponta a cabeça a visão de mundo decorrente do paradigma cartesiano-newtoniano (SANTANA; SOBROAL; MACHADO, 2013).

Isto implica numa nova forma de ver a realidade com base “na consciência do estado de inter-relação e interdependência essencial de todos os fenômenos – físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais”. (CAPRA, 2002, p. 259).

A teoria da relatividade impôs uma nova noção de estrutura da matéria, ao descobrir que massa é energia, modificando a ideia de um corpo rígido, da mesma forma contribuiu para o entendimento da gravidade, reconhecimento das partículas subatômicas como padrões de energia. Segundo Moraes (1997):

O mundo passou então a ser concebido em termos de movimento, fluxo de energia e processo de mudança. A teoria da relatividade e as descobertas da teoria quântica quebraram os pilares de alguns conceitos que sustentavam a visão de mundo cartesiana e da mecânica newtoniana, relativos a noção de tempo e espaço, objetividade científica, causalidade e separatividade, realidade da matéria. (MORAES, 1997, p. 59).

Estes novos princípios passaram a sustentar um novo paradigma,



de modo que Moraes (1997) entende ser possível, desde então, tratar as coisas em sua totalidade e complexidade, incluindo noções gerais sobre a natureza da matéria.

Essa discussão histórico-filosófica sobre o atomismo deve ser compreendida como um eixo complementar, tanto no que se refere aos fundamentos teórico-metodológicos quanto à importância de identificar como foi inserido o saber sábio modelos atômicos no domínio da Química como Ciência, contribuindo, desta forma, para compreender como ocorre a transformação do saber científico em saber escolar.

## CAPÍTULO II

### FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE QUÍMICA: SABER ENSINADO/APRENDIDO

#### 2.1 O curso de licenciatura em Química da UFS

Optei por inserir esse breve histórico sobre o curso de licenciatura em Química da UFS porque muitos professores, além das pesquisadas, foram formados sob a égide de matrizes curriculares que com o tempo foram modificadas, diante das transformações sociais e novas exigências educacionais.

Por isso, conhecer a origem do curso de licenciatura em Química e as mudanças que marcaram a sua consolidação contribui para o diagnóstico do perfil dos professores da educação básica, com destaque para a formação inicial e necessidades formativas, sob o prisma da pesquisa, tanto no curso de formação inicial e continuada quanto no exercício da docência.

Propus-me a apresentar essa abordagem para compreender qual a ênfase que tem sido dada à formação do professor de Química; o tratamento dado às disciplinas de formação específica e de formação pedagógica; o perfil de professor que tem sido formado ao longo dos anos e de que forma a UFS tem desempenhado atividades de extensão para contribuir com a formação continuada e permanente do professor de Química.

É importante destacar que não se trata de uma pesquisa histórica com rigor metodológico, ao contrário, trata-se de uma descrição de



alguns aspectos da trajetória do curso de Química, objeto da presente obra, até porque uma análise mais aprofundada, por si só, constituiria em mais um objeto de pesquisa.

Com isso, a minha pretensão foi conhecer algumas nuances do curso de formação inicial de professores de Química da UFS para buscar compreender melhor o processo de transposição didática dos modelos atômicos nesse nível de ensino ao longo dos anos, identificando distanciamentos e/ou aproximações entre o saber científico (produzido e mobilizado na universidade) e o saber ensinado (mobilizado na escola). Segundo Pimenta (2010):

O currículo do curso, [...], é precedente do trabalho de professores dos cursos – a *práxis* destes (também ela contraditória – repetitiva, transformadora, burocrática, criativa, etc.; traduzindo a formação, a experiência, os valores diferentes, opostos, consonantes, em luta, etc.) interfere no modo, na orientação desses professores de como e do que captar e interpretar da e na *práxis* existente na escola campo. (PIMENTA, 2010, p. 184).

Isso significa dizer que o curso de formação de professores é determinado por um conjunto de atores, professores, diretores, coordenadores, “pela *práxis* dos alunos enquanto alunos e pela *práxis* do professor da escola campo”. (PIMENTA, 2010, p. 184).

Feitos tais esclarecimentos, o marco inicial da breve reconstituição histórica remonta ao ano de 1967, momento em que ocorreu a criação da Fundação Universidade Federal de Sergipe, por meio do Decreto Lei nº 269, de 28 de fevereiro de 1967 e, por conseguinte, a incorporação das Escolas Superiores, em 1968, à Universidade Federal de Sergipe, o que representou um marco para a história do ensino superior no estado.

Porém, foi a partir do segundo semestre de 1970, que o professor

José Lopes Gama, coordenador da área de Ciências Exatas e Naturais, solicitou a autorização do funcionamento do curso de Licenciatura em Química, com oferta de vagas para o vestibular de 1971. (ANDRADE, 1998).

A criação do curso de licenciatura e bacharelado em Química teve como ponto de partida a abertura do processo nº. 3869/70, com relatoria do professor Luís Carlos Rollemberg Dantas, membro do Conselho Universitário, cuja aprovação ocorreu nos termos da Resolução nº 39/70 de 16 de novembro de 1970. Posteriormente, o Conselho de Ensino e Pesquisa (CONEPE) aprovou o referido curso, com base na Resolução nº 08/71 de 03 de fevereiro de 1971. (SERGIPE, 1971).

Inicialmente, o curso de Licenciatura em Química apresentava uma estrutura curricular com um total de 157 (cento e cinquenta e sete) créditos, dos quais 41 (quarenta e um), equivalente a 26,11% (vinte e seis, onze) por cento, eram destinados à formação didático-pedagógica. (ANDRADE, 1998).

O ano de 1980 foi marcado pela reforma universitária, a partir da qual o curso de Licenciatura em Química passou a obedecer a uma estrutura curricular constituída de um ciclo básico e outro acadêmico ou profissional, com um total de 183 (cento e oitenta e três) créditos.

O ciclo Básico abrangia as disciplinas Educação Física, Introdução à Metodologia Científica, Português Básico, Cálculo I, Química Geral, Introdução à Física, num total de vinte e sete créditos obrigatórios e oito créditos optativos. O Ciclo Acadêmico ou Profissional era estruturado com disciplinas de formação pedagógica, num total de 24 (vinte e quatro) créditos, distribuídos entre as disciplinas Estrutura e Funcionamento do Ensino, Didática, Psicologia da Educação I, Psicologia da Educação II, Prática de Ensino de Química I e Prática



de Ensino de Química II, perfazendo um total percentual de 13, 11% (treze, onze) por cento do curso. (ANDRADE, 1998).

A partir de 1985, “o colegiado de curso e o departamento de Química iniciaram um processo de avaliação do currículo da Licenciatura, tomando como referencial os relatórios de conclusão de curso, questionários aplicados com os egressos e com alunos regulares”. (ANDRADE, 1998, p. 92).

Esse processo de avaliação visava atender à finalidade do curso de Licenciatura em Química, na formação do professor, buscando uma estrutura curricular que levasse em consideração as exigências profissionais do futuro docente.

Nesta perspectiva, Andrade (1998) apresenta alguns aspectos que contribuíram para se (re)pensar o curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe, quais, notadamente:

- (1) o curso de Licenciatura era voltado quase que exclusivamente para a formação tecnológica, formando profissionais descompromissados com a educação;
- (2) a dinâmica desenvolvida pelos professores do Departamento de Química era a mesma para qualquer disciplina, independentemente da sua clientela;
- (3) o embasamento didático-pedagógico era insuficiente para o desempenho das atividades na área de educação;
- (4) a inexistência de disciplinas vinculadas às questões específicas do ensino de Química;
- (5) o conhecimento químico abordado, encontrava-se descontextualizado quanto à sua natureza, ao processo de elaboração e a evolução histórica. (ANDRADE, 1998, p. 92-93).

Em 1995, foi criado o Grupo de Estudo de Educação Química (GEQ) com a finalidade de (re)integrar os egressos às atividades do Departamento de Química e articular ações entre a formação continuada



e a formação inicial de professores, buscando o envolvimento dos alunos com as disciplinas pedagógicas. Segundo Andrade (1998):

O primeiro Projeto do Grupo de Estudo concentrou-se no diagnóstico seguido de uma proposta do que se ensina de Química no Ensino Fundamental (até a antiga 8ª série). O projeto de Aperfeiçoamento e Formação Continuada de Professores de Química e Ciências em Minas Gerais e Sergipe (SPEC/QEQ01/95) / (UFMG/UFS), iniciado em 1996, tem como foco a busca e experimentação de alternativas de ensino de Química, cujo objetivo final é formar um profissional autônomo e reflexivo. (ANDRADE, 1998, p. 94).

Este projeto, na concepção de Andrade (1998) passou a ser um revelador de mudanças, tendo, inclusive, originado subprojetos com o objetivo de aprimorar propostas curriculares para o ensino médio e intensificar o trabalho multidisciplinar e interdisciplinar.

A partir de 2009, o curso de Química da UFS contou com uma estrutura curricular de 188 (cento e oitenta e oito) créditos, sendo 180 (cento e oitenta) obrigatórios e 8 (oito) optativos, dentre os quais 70 (setenta) créditos (42,55%) eram destinados à formação didático-pedagógica.<sup>11</sup>

As disciplinas voltadas para a formação pedagógica, contempladas na matriz curricular do curso de Licenciatura em Química da UFS eram: Introdução a Psicologia da Aprendizagem, Metodologia Instrumentação Ensino de Química, Temas Estruturadores para o Ensino

11 Disponível em: <<http://www.daa.ufs.br/daaantigo/gradecurricular.htm>>. Acesso em: 7 set. 2010.



de Química I, II e III, Ferramentas Computacionais para o Ensino de Química, Estrutura e Funcionamento da Educação Básica, Pesquisa em Ensino de Química I e II, Língua Brasileira de Sinais, Estágio Supervisionado para o Ensino de Química I, II, III e IV e Atividades Complementares em Química Licenciatura.

Uma breve análise das disciplinas que constituem a matriz curricular de formação pedagógica do curso de licenciatura em Química, da UFS, permite inferir que a formação inicial do professor, sob a égide deste currículo, passou a atender exigências legais e sociais, a exemplo da Língua Brasileira de Sinais e Ferramentas computacionais para o ensino de Química.

A inclusão da disciplina de Língua Brasileira de Sinais na matriz curricular do curso de Química da UFS atende a uma exigência legal, mas demonstra a sensibilidade para a inclusão de deficientes auditivos e, sobretudo, de todos que fazem parte de seu convívio, inclusive professores e futuros professores.

Espera-se que não apenas o professor específico da disciplina de Língua Brasileira de Sinais, mas também os demais formadores e professores em formação estejam preparados e engajados neste processo de inclusão, pois é possível que se tenha algum deficiente auditivo tanto na turma de formação inicial quanto na escola.

A inserção da disciplina Ferramentas Computacionais para o Ensino de Química inaugura na matriz curricular do curso de Química as TIC, mas, vai além, porque permite interações onde a tecnologia passa a ser uma ferramenta auxiliar de ensino a serviço do professor e aluno para a mobilização do saber.

Outro aspecto que merece destaque e que defendo ao longo desta obra é o educar pela pesquisa no curso de formação inicial (Pesquisa

em Ensino I e II), o que pode contribuir para uma melhor formação do professor e, conseqüentemente, influenciar positivamente na melhoria do ensino.

As disciplinas Temas Estruturadores para o Ensino de Química I, II e III, por sua vez, são importantes por permitirem a abordagem de temas sociais, com ênfase na contextualização dos conteúdos, o que, de certa próxima, dá sentido ao aluno sobre o saber que é mobilizado, pois, desta forma, ele será capaz de relacionar o que aprende com a vida cotidiana, permitindo ao professor problematizar o ensino, tornando o espaço da aula em um ambiente investigativo.

A disciplina Metodologia Instrumentação para o Ensino de Química rompe com um paradigma que perdurou por muitos anos, pois a disciplina passou a ser mobilizada por professores do próprio departamento de Química, permitindo o desenvolvimento de dinâmicas específicas para o ensino de Química e o desenvolvimento de práticas interdisciplinares. Até então, esta disciplina era denominada Didática e estava vinculada ao Departamento de Educação e as turmas eram mistas, com futuros professores de cursos diversos, o que impossibilitava tratar cada curso com sua especificidade.

Parece-me que um grande avanço foi a inserção da disciplina Estágio Supervisionado para o Ensino de Química I, II, III e IV, com início a partir do sétimo período, que nem existia no currículo que fui formado (2001-2005), ao invés desta disciplina fazia parte da minha matriz curricular a disciplina Prática de Ensino de Química, ofertada somente no último semestre.

Isso significa que o meu contato com a escola ocorreu somente no final do curso. Com a inserção da disciplina de Estágio Supervisionado Ensino de Química o futuro professor poderá ter acesso à escola mais



cedo, o que, a meu ver, é muito positivo, pois permite que o professor em formação passe a conhecer a gestão escolar e também o sistema didático onde juntamente com os alunos mobilizará saberes, além de minimizar o distanciamento entre teoria e prática.

A nova concepção de formação do professor visa o desenvolvimento de habilidades e competências que contribuem para a formação de cidadãos cada vez mais conscientes, críticos e participativos na sociedade. Importante destacar que essas mudanças curriculares, ao longo dos anos, reforçam a necessidade de uma formação continuada e permanente para os professores.

Essa nova realidade começou a ser discutida com maior ênfase a partir do advento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96), dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), possibilitando novas discussões e perspectivas em torno da seleção e organização de conteúdos em termos de habilidades e competências, contribuindo, desta forma, para o pensamento de elaboração de currículos em sintonia com a finalidade de ensino de cada época.

Isso porque, segundo Pimenta (2010, p. 186) “os currículos da maioria dos cursos constituem um somatório desarticulado de disciplinas, sem clareza de que está se formando um professor para uma dada realidade escolar”.

Por tais razões, apesar dos avanços positivos em termos de inserção de disciplinas relevantes para a formação inicial do professor de Química na UFS, é necessário investigar como, na prática, formadores e futuros professores têm mobilizado os saberes da Química em cada uma destas disciplinas. E mais, investigar como os professores em



formação transpõem didaticamente esses saberes quando passam a atuar na educação básica.

Essas investigações podem revelar um diagnóstico capaz de permitir que sejam traçadas novas alternativas para os cursos de formação inicial do professor de Química, para a formação continuada para aqueles que foram formados pela égide de matrizes curriculares anteriores, para a prática docente do professor de Química que atua na educação básica, tanto formado sob a égide desta matriz curricular quanto de matrizes anteriores, contribuindo, desta forma, para a melhoria do ensino de Química.

Por fim, como egresso do curso de licenciatura em Química, da UFS, e ciente do alcance desta obra, quero registrar e agradecer à professora Djalma Andrade, do Departamento de Química da UFS, pelos esforços que sempre imprimiu para que a licenciatura ocupasse um lugar de destaque naquela instituição de ensino.

A prof<sup>a</sup>. Djalma Andrade fez parte da minha formação e da de tantos colegas que estão tendo a oportunidade de ler esta obra e, assim como eu, sabem que ela ao longo das nossas formações fez, como ninguém, educação Química por meio da alfabetização científica.

Muitas concepções que trago nesta obra tiveram origem durante as suas aulas, mas o tempo passou, assumi novas concepções de ciência e de ensino, seguimos itinerários diferentes, mas as lembranças se transformaram em memórias e, estas, sempre que reconstituídas não poderão negligenciar o seu lugar de relevância no processo de formação de professores de Química, na história da educação em Sergipe.



## 2.2 Formação e atuação de professores de Química sob diferentes perspectivas

A discussão em torno da formação e atuação de professores pode ocorrer sob diferentes perspectivas. O tema é de extrema importância porque rompe paradigmas e se insere no epicentro das discussões da educação.

Com efeito, quais incursões têm sido realizadas em torno da formação e atuação do professor de Química?

Ao longo dos anos, essas temáticas têm influenciado diversos debates e movimentos sociais. Pode-se afirmar que com o advento da Constituição de 1988 e da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), nº. 9394/96, ocorreu um novo direcionamento sobre a formação e prática docente.

Desde a promulgação da LDB, as licenciaturas, inclusive a de Química, tiveram a sua destinação definida: formar professores para atuarem na Educação Básica.

Art. 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 [...]. (BRASIL, 1996).

A partir de então, os dispositivos que regiam os currículos anteriores foram revogados e novas diretrizes curriculares foram estabelecidas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para o curso de Química passaram a direcionar novas demandas para o professor e para os cursos de graduação em Química. Essas demandas consistem



em propostas de mudanças no ensino de Química, na educação básica, notadamente: conceber o estudante como o centro do processo de ensino-aprendizagem; propor um ensino que prepare o cidadão para participar do debate e da tomada de decisões na sociedade sobre problemas ambientais, sociais, políticos e econômicos que envolvam a ciência e a tecnologia e, por fim, propor um ensino em que o aluno aprenda não só os conceitos científicos, mas também como funciona a ciência e como os cientistas procedem para investigar, produzir e divulgar conhecimentos. (BRASIL, 2002).

Por sua vez, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) trouxeram orientações importantes para o ensino de Química, perpassando pela ideia de que as habilidades e competências, orientadoras do ensino devem estar estritamente vinculadas aos conteúdos selecionados e organizados, sendo parte indissociável dos mesmos, e devem ser concretizadas a partir dos diferentes temas propostos para o estudo da Química, em níveis de aprofundamento compatíveis com o assunto abordado e com o nível de desenvolvimento cognitivo dos estudantes. (BRASIL, 2000).

Ademais, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+, 2002) destacam que:

A química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p. 87).



Isso implica dizer que o aprendizado de Química no ensino médio deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. (BRASIL, 2002).

De todo modo, é importante deixar claro que esses documentos reguladores do ensino e dos currículos são operados na *noosfera* Chevallardiana (1991), pois são pensados, elaborados e discutidos por cientistas, professores, políticos, autores de livros e outros sujeitos que interferem no processo educativo e que pensam o funcionamento didático, destacando que essas interferências nem sempre ocorrem de forma harmoniosa, sendo, muitas vezes, impregnadas de conflitos e discussões.

O surgimento desses documentos oficiais impõe mudanças na formação inicial, continuada e permanente do professor e, a meu ver, contribui para que eles sejam capazes de dar utilidade ao ensino de Química e possam trazer para a prática docente novos questionamentos, notadamente: por que mudar? Por que buscar novas alternativas? A quem interessa esse ensino assim?

Frente a essa nova realidade, a escola também precisou ser (re)pensada, deixando de ser meramente uma agência transmissora de informações, passando a ser vista como lugar de análise crítica, mobilização e ressignificação do conhecimento.

Importante destacar que quando falo em mudanças na escola, na formação inicial, continuada e permanente do professor, também estou me referindo a mudanças de currículo, prática docente, livro didático, etc.

Em busca da utilidade para a formação e prática do professor



de Química, reafirmo a importância da incorporação do educar pela pesquisa na prática de formadores universitários como oportunidade de redimensionar as relações estabelecidas durante o processo de formação inicial com os futuros professores, pois ao assumirem esta postura investigativa de suas próprias práticas poderão estar contribuindo para a formação científica de seus alunos, futuros professores, que poderão dar continuidade a esta mesma dinâmica na escola.

Segundo Tardif (2008) “já é tempo de os professores universitários da educação começarem também a realizar pesquisas e reflexões críticas sobre suas próprias práticas de ensino” (TARDIF, 2008, p. 276).

É preciso repensar as relações entre teoria e prática, pois a atividade docente deve ser compreendida como território fértil para produção, transformação, mobilização e ressignificação de saberes e, portanto, de teorias, de conhecimentos, tornando o professor protagonista de sua própria ação.

Ao discutir sobre a pesquisa universitária é importante que “[...] se pare de ver os professores de profissão como objetos de pesquisa e que eles passem a ser considerados como sujeitos do conhecimento” (TARDIF, 2008, p. 238). Com isso, Tardif (2008) afirma que o objetivo é produzir uma pesquisa não sobre o ensino e sobre os professores, mas para o ensino e com os professores.

Nessa direção, ao se debruçar sobre a importância da pesquisa na formação do profissional professor, Galiuzzi (2003) corrobora ao afirmar que:

A pesquisa não é o único caminho para o desenvolvimento profissional, mas é essencial para a construção da competência em qualquer prática profissional. Acredito



que por meio dela o professor – e preciso ressaltar que considero formador e licenciando juntos no processo de aprendizagem e formação – se profissionaliza porque desenvolve: a capacidade de fazer perguntas; de procurar respostas; de construir argumentos críticos e coerentes; de se comunicar ; de se entender sempre como sujeito incompleto e a capacidade de reiniciar o processo, mas nunca no mesmo lugar. (GALIAZZI, 2003, p. 47-48).

Isso implica afirmar que o educar pela pesquisa, na concepção de Galiuzzi (2003) tem como ideia central a possibilidade de contribuição eficaz para a transformação da formação inicial do professor de Química, por ser ambiente de construção do profissional professor.

Outra razão apontada por Galiuzzi (2003) para inserir a pesquisa na formação de professores é a ideia de que professores estarão mais capacitados para influenciar nas políticas públicas educacionais de seu contexto e mais preparados para favorecerem a aprendizagem os alunos.

Para Tardif (2008) “o principal desafio para a formação de professores, nos próximos anos, será o de abrir um espaço maior para os conhecimentos práticos dentro do próprio currículo”. (TARDIF, 2008, p. 241).

Certamente, para que isso ocorra, não será necessário excluir a lógica disciplinar das matrizes curriculares de formação de professores, mas abrir um espaço maior para a lógica de formação profissional, pela pesquisa, reconhecendo os licenciandos como sujeitos do conhecimento, dotados de capacidade para aprender a aprender e aprender a ensinar.

Pensando nesta perspectiva, embarco na noção de “profissional reflexivo” (SCHÖN, 2000) vez que o autor propõe uma formação profissional em interação com a teoria e prática, ancorado no processo de reflexão na ação onde a interação entre professor-aluno deve ocorrer

em diferentes situações práticas.

Mas, seria a noção de “profissional reflexivo”, apresentada por Schön (2003), suficiente para compreender como o professor de Química pensa quando trabalha ou age?

Em publicação recente sobre a noção de “profissional reflexivo” na educação, Tardif, Moscoso e Schilling (2018) apresentaram argumentos que, em primeiro plano, levam ao pensamento de que a visão de reflexão e do profissional reflexivo em educação parece ser limitada e unilateral e, em segundo plano, apresentam tradições de pensamento reflexivo que merecem ser integradas a uma visão mais ampla do profissional reflexivo no âmbito na formação de profissionais da educação.

A primeira limitação identificada pelos autores, nas ideias de Schön, é o fato de limitarem-se a entregar intuições gerais sobre processos extremamente complexos, sem detalhá-las rigorosamente. A ideia de “reflexão-na-ação”, por exemplo, relaciona-se com o gênero de intuição brilhante, mas insuficiente para compreender exatamente como as pessoas pensam quando trabalham ou agem, não permite afirmar que a “reflexão-na-ação” provém de saberes tácitos, da bricolagem ou de um processo artístico criativo para compreender do que se trata.

A segunda limitação é quanto ao aspecto extremamente formal da reflexão profissional, pois é sabido que o profissional reflexivo “reflete” sobre a sua prática e na prática, mas quais são os conteúdos dessas reflexões e de que tratam eles? Um professor que reflete sobre sua prática ou em sua prática, por exemplo, em que ou sobre o que reflete? O que faz sobre as encruzilhadas éticas e políticas de seu trabalho, os conteúdos de ensino, as relações com os alunos, as dificuldades na gestão da aula, as desigualdades escolares?



Paradoxalmente, os autores apontam como sendo mais sensato considerar as ideias de Schön como intuições originais e pistas estimulantes sobre problemas complexos que merecem ser explorados em profundidade, e de formar algumas soluções teóricas a problemas cientificamente precisos sobre a ação e o pensamento profissional.

Segundo Tardif, Moscoso e Schilling (2018):

A ideia do profissional reflexivo corre um importante risco de banalização porque nela subjaz uma ideia de reflexão que não pode ser tomada de forma transparente devido ao seu uso desmedido. No entanto, em função da pertinência, impacto e utilização dessa ideia, ela requer urgentemente ser alimentada de forma crítica pelos outros aportes que lhe concedam maior valor que a contribuição dada pelo trabalho de Schön. (TARDIF; MOSCOSO; SCHILLING, 2018, p. 408).

É intuitivo que tal mudança gera resistências, mas se mostra necessário avançar quanto a noção de reflexão e seu emprego na pesquisa e na formação de professores, o que é possível por meio de reiteradas investigações com vistas a complementar as concepções trazidas por Schön.

Nesse processo, o professor assume papel de elevada relevância, em razão de sua função no processo de ensino. Na minha concepção, o ofício do professor do curso de licenciatura em Química precisa passar por um processo de profissionalização e ressignificação que o integre às novas práticas pedagógicas e, a partir de então, passe a formar professores na condição de sujeitos do conhecimento, dotados de saberes plurais e capazes de refletirem sobre sua *práxis* enquanto pensam e agem, associando teoria e prática e dando igual valor às disciplinas de formação específica e as de formação pedagógica.



### 2.3 Percepções de egressos da UFS sobre a Transposição didática dos modelos atômicos na formação inicial do professor de Química

O contexto até aqui delineado foi importante para a reflexão sobre a formação inicial e a atuação do professor de Química. A partir de agora, seguindo a mesma lógica reflexiva, apresento algumas percepções de duas egressas do curso de licenciatura em Química da UFS, hoje professoras do Centro de Excelência Atheneu Sergipense, sobre a transposição didática dos modelos atômicos no contexto da formação inicial que elas vivenciaram.

**Quadro 1.** Avaliação da formação inicial que tiveram na UFS

<b>P1</b> - Sinto que muita coisa poderia ter sido melhor, mas pelo que sei a grade já sofreu algumas mudanças e acredito que deve ter melhorado muito.	Formação deficiente
<b>P2</b> - Eu fui um pouco privilegiada em relação aos meus colegas mais antigos, e se eu for avaliar hoje, eu considero que eu fui um pouco defasada. Posteriormente, o curso deu uma reformulada e melhorou mais.	Formação deficiente

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Analisando as respostas das professoras, no quadro 1, percebe-se que a formação inicial que elas tiveram na UFS foi deficiente. É importante salientar que elas foram formadas sob a égide de currículos diferentes, apesar de ambas destacarem que ocorreram mudanças



importantes nas matrizes curriculares após às suas respectivas formações, presumindo uma melhoria na formação inicial do professor de Química.

A partir das mudanças curriculares ocorridas no curso, perguntei às entrevistadas em quais disciplinas da graduação elas estudaram o saber modelos atômicos. Em relação à categoria disciplinas, as professoras responderam ter estudado esse saber da seguinte forma:

Estudei em uma das Instrumentações para o Ensino de Química e em Química Inorgânica. **(P1).**

Estudei muito pouco ou quase nada em Química Geral, somente em Química Geral, porque Química Inorgânica isso foi passado batido, como a gente diz no popular. **(P2).**

No discurso das professoras percebe-se que o saber modelos atômicos, basilar no ensino de Química, foi estudado em poucas disciplinas de formação específica e de formação pedagógica.

A professora (P1) estudou o saber modelos atômicos nas disciplinas Instrumentação para o ensino de Química e em Química Inorgânica, sendo a primeira disciplina de formação pedagógica e a segunda, de formação específica.

Essa ideia é reforçada no discurso da professora (P2) ao afirmar que “estudou muito pouco ou quase nada em Química Geral e em Química Inorgânica de forma batida”, ambas as disciplinas de formação específica.

É preocupante saber que um conceito estruturante da Química foi abordado em um número reduzido de disciplinas do curso, quando deveria perpassar por toda a formação, tanto numa perspectiva de

modelo científico quanto de modelo pedagógico.

Estas informações demonstram que o saber ‘modelos atômicos’, basilar na Química, foi ensinado de forma insuficiente, em um número reduzido de disciplinas e com indícios de distanciamento do saber de referência que é produzido na própria academia.

Esta presunção surgiu a partir dos dados apresentados, mas, sobretudo, diante da dificuldade de captura de elementos do funcionamento do sistema didático sem vê-lo em ação. Considerando que estas disciplinas dão suporte para as demais, vejo indícios de um distanciamento entre o que foi ensinado sobre modelos atômicos e o saber sábio (saber de referência).

Com a intenção de certificar esse possível distanciamento, quis saber o que, especificamente, de modelos atômicos, as professoras aprenderam durante a formação inicial na UFS.

Existe uma grande diferença do que a gente ensina, no ensino médio, e o que a gente vê na UFS, mas poderia lhe dizer que, em graus diferentes. O que a gente vê na universidade é o grau mais avançado da química. Serve até mesmo pra gente ter uma visão pra não só esse conteúdo, mas para explicação de outros conteúdos que envolvem, por exemplo, a questão de eletronegatividade, para entender a questão das moléculas, a organização dos átomos e ter a relação disso aí com os modelos atômicos. Então muitas vezes o conhecimento que a gente adquire na universidade nos ajuda a passar para o aluno de forma mais clara, o conteúdo mais simples no ensino médio. **(P1).**

Uma formação muito básica, na verdade essa questão de trabalhar os modelos atômicos melhorou quando, depois de formada, a gente fez o curso de proficiência de formação de professores e depois com a própria especialização. Montar materiais e desenvolver e



também, através do grupo de estudo, o GEQ, onde a gente discutia a questão do ensino dos modelos atômicos, radioatividade que eram conteúdos mais problemáticos de se trabalhar em sala de aula. (P2).

Fazendo uma análise sob a perspectiva da teoria da transposição didática, é possível extrair da resposta da professora P1 a possível ocorrência da transformação do saber acadêmico em saber escolar, notadamente nas passagens em que a professora se refere ao distanciamento entre o saber da universidade (científico) e o saber escolar, bem como quando considera o saber acadêmico como o mais avançado da Química e destaca a importância do saber adquirido na UFS para aplicar (transpor didaticamente) para os alunos, na escola.

O saber acadêmico, realmente, passa por deformações, modificações e simplificações até se tornar saber escolar. Na escola, o saber a ensinar, torna-se objeto de trabalho do professor quando ele, tomando como base, quase sempre, o livro didático, prepara a sua aula e, a partir de então, assume o papel de mobilizador do saber juntamente com os alunos a partir das situações didáticas planejadas.

Entretanto, diante da inexistência de registros das experiências descritas pela professora P1, não é possível inferir, com certeza, detalhes da transposição didática interna dos modelos atômicos, operada durante a formação inicial, pois, como já dito, seria necessário acompanhar as aulas das disciplinas que abordaram esse saber em ação.

A resposta apresentada pela professora P2 permitiu considerar que a transposição didática dos modelos atômicos, durante a formação inicial, ocorreu de forma insuficiente, que nas palavras dela foi “uma formação muito básica”.

Como consequência, acredito que a professora passou por

dificuldades para transpor esse saber na escola, pelo menos quando deu início à sua prática docente, pois ela mesma afirma que o ensino dos modelos atômicos melhorou com a formação continuada (curso de proficiência de formação de professores, especialização e grupo de estudos em Química).

Dentre os espaços de formação continuada que contribuíram para a melhoria da prática docente da professora, particularmente para a transposição didática dos modelos atômicos na escola, ela destacou o Grupo de Estudos em Química (GEQ), criado em 1995 com a finalidade de aproximar a universidade e a escola, por meio da reintegração de egressos, contribuindo, desta forma, para a alfabetização científica.

Esse cenário é propício para eu reforçar a importância da formação inicial assumir o ensinar pela pesquisa como princípio didático, e da formação continuada partir dos conhecimentos adquiridos durante a formação inicial, levando em consideração os seus fundamentos teóricos, pedagógicos, psicológicos, sociais e epistemológicos, com base em situações práticas.

Por certo, a formação inicial não consegue suprir todas as lacunas formativas e nem formar um professor pronto para a prática docente, até porque não há uma receita para isso, mas deve preparar o licenciando para enfrentar as diversas situações didáticas que passará a vivenciar. Para tanto, a inserção da pesquisa durante a formação inicial pode representar um caminho para dar o suporte teórico-metodológico necessário para o enfrentamento da prática docente.

Ademais, a formação continuada deve ser vista enquanto *lócus* propulsor de discussões sobre diversas temáticas e problemáticas existentes no processo de ensino e aprendizagem, mostrando-se, desta forma, ser, sem dúvidas, uma alternativa para melhoria do ensino de



Química, dando continuidade ao processo de formação pela pesquisa desempenhado durante a formação inicial.

Com efeito, torna-se necessário (re)pensar a função da escola. Essa discussão pode ganhar novo sentido se houver rompimento de paradigmas na educação. Ao pensar na educação, com base no paradigma tradicional, só é possível compreender a mudança na missão da escola se ela for organizada mediante modelo burocrático e hierarquizado, cujo ensino é organizado por especialidades, onde cada disciplina é pensada separadamente. Mas, ao pensar, com base no paradigma emergente (MORAES, 1997), a escola é vista para atender ao aluno, em sua especificidade, com suas necessidades especiais, embasada na compreensão de uma ciência cognitiva.

Para assumir essa postura, a formação inicial, a formação continuada e a pesquisa deverão contribuir para a formação de um professor imerso nas incertezas das ciências, capaz de descartar a verdade absoluta e com a concepção de que não é o único porta voz autorizado a transmitir o conhecimento, mas, ao contrário, é agente mobilizador de situações-problema, capazes de desencadear reflexões entre o saber adquirido e novos conceitos, aproximando-se com condições intelectuais e emocionais dos seus alunos.

No processo de ensino e aprendizagem, em qualquer nível de formação, um aspecto importante a ser considerado quando o professor planeja a sua aula é saber qual a metodologia de ensino mais adequada para aquela determinada situação didática, cuja finalidade é dar mobilidade às interações existentes no interior do sistema didático, de modo a contribuir para a aprendizagem dos alunos. Em outras palavras, o desafio aqui posto é identificar diante de um determinado saber, como



ensinar?

A metodologia de ensino utilizada por professores de Ciências Naturais, em particular os de Química, encontra uma série de dificuldades e, uma delas está relacionada à escolha dos procedimentos e recursos mais adequados para ensinar. No caso do ensino dos modelos atômicos, muitos professores, seja por deficiência na formação inicial ou insegurança, seguem de forma simplificada a proposta do livro didático, quando, na verdade, “a constituição dos modelos científicos supõe a utilização de instrumentos auxiliares organizados”. (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p. 233).

Considerando que as professoras entrevistadas realizaram os seus respectivos cursos de formação inicial em diferentes momentos, sob diferentes matrizes curriculares e, conseqüentemente, com diferentes finalidades de ensino, perguntei a elas sobre as metodologias de ensino utilizadas por seus formadores, durante a formação inicial, para ensinar os modelos atômicos, conforme o quadro a seguir.



**Quadro 2.** Metodologias e recursos utilizados pelos professores da UFS para ensinar os modelos atômicos.

Em Química Inorgânica ele utilizou aula teórica tradicional, às vezes utilizava uma transparência pra apresentar algum modelo, mas muito pouco. Na grande maioria a preocupação era focada nas equações complexas. E na Instrumentação, voltado já para o Ensino Médio é que a professora abordava de uma forma mais clara, como os próprios livros didáticos abordavam (P1).	Metodologias e Recursos
Quadro e giz (risadas). Nada mais do que isso. Livro, aula expositiva, quadro e giz (P2).	Metodologias e Recursos

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Para esta questão, criei dois tipos de categorias: metodologias e recursos, ambas identificadas no discurso das professoras entrevistadas, mas com características diferentes.

No discurso da professora P1 foi possível diagnosticar situações didáticas diferentes entre a disciplina Química Inorgânica e a Instrumentação Para o Ensino de Química. No que se refere à primeira disciplina descrita, o professor utilizou o método tradicional de ensino (transmissão/recepção), usando, às vezes, transparências para apresentar alguns modelos.

A professora P1 afirmou ainda que a preocupação do professor era focada nas equações complexas, o que nos trouxe indicativos de que houve uma aproximação entre o que foi ensinado/aprendido, sobre modelos atômicos, e o saber de referência, já que o estudo dessas

equações é peculiar ao ambiente acadêmico.

No que se refere à disciplina Instrumentação para o Ensino de Química, componente curricular da formação de professores, a professora P1 relatou que o ensino era voltado para o ensino médio, com uma abordagem clara, como a dos próprios livros didáticos, o que de forma intuitiva me faz concluir que houve uma preocupação de transformar o saber científico em saber escolar.

Todavia, a percepção da docente pesquisada ao associar clareza na abordagem do formador da UFS com a dos livros didáticos é merecedora de vigilância epistemológica para evitar que a concepção de ensino se distancie do saber de referência, pois essa prática pode incutir na cabeça do futuro professor que o livro didático é orientador da prática docente, quando, na verdade, deve ser mais um recurso disponível para professor e aluno mobilizarem saberes.

Essa realidade é preocupante porque, muitas vezes, os livros didáticos trazem consigo abordagens marcadas por “obstáculos epistemológicos” para o processo de ensino e aprendizagem, principalmente na abordagem do saber modelos atômicos que, por natureza, é abstrato.

Sob o olhar da teoria da transposição didática é importante reforçar que os livros didáticos integram o processo de transformação do saber, pois ao serem produzidos com a finalidade do ensino e aprendizagem nas escolas, uma série de mudanças ocorrem, pois os saberes científicos são transformados em saberes escolares numa linguagem mais simples, de modo a permitir que o resultado apresente deformações e simplificações que podem implicar no distanciamento entre o que se pretende ensinar com o saber de referência



A partir desses dados, é importante afirmar que as disciplinas que constituem o componente curricular de formação de professores, a exemplo da disciplina citada pela professora P1, têm como foco preparar o futuro professor para o exercício da docência.

Nessa direção, (re)afirmo que há diferenças perceptíveis entre o que se produz no ambiente científico e aquilo que se elabora nos ambientes educativos. “Não se trata de diferenças conceituais, mas de diferenças “textuais”, pois elas estão no campo semântico e léxico e, por isso, precisam ser consideradas, porque as transposições as levarão em conta”. (ALMEIDA, 2007, p. 10).

Foi nessa perspectiva que identifiquei no depoimento da professora P2 que o método utilizado por seus professores, para ensinar os modelos atômicos, foi o tradicional (transmissão/recepção), com a utilização de quadro, giz e livro. Essas informações não foram suficientes para que eu pudesse fazer inferências entre um possível distanciamento ou uma possível aproximação do que foi ensinado/aprendido, usando como paradigma o saber científico, mas permite presumir que não houve mobilização do saber entre os integrantes do sistema didático.

Explico, considerando que no interior do sistema didático ocorrem interações entre os seus constituintes (professor, aluno e saber), imagino que por meio do método de ensino transmissivo/receptivo o ensino ocorra de forma estática, pois o aluno, integrante do sistema didático, seria sujeito passivo, como se fosse um “depósito de informações”, portanto distante da ideia de mobilização do sistema didático, pois, nesta hipótese, apenas um dos integrantes do sistema didático teria o papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, o professor.



A meu ver, o que tornará uma aula mais tradicional ou mais construtivista não serão os instrumentos utilizados pelos professores, mas a sua concepção de ensino, de aprendizagem e da ciência que ensina, o que permite ao professor criar situações didáticas favoráveis para a ocorrência de interações no processo de ensino e aprendizagem, pois “[...] o ensino da didática aos professores em formação apresenta dificuldades, pelo fato de a transposição didática da didática propriamente dita ser um trabalho ainda por fazer”. (BROUSSEAU, 2006, p. 121).

Diante desses resultados, verifiquei que um dos recursos mais utilizados pelos formadores de Química, na UFS, é o livro-texto. O saber modelos atômicos, na UFS, foi/é ensinado/aprendido no primeiro semestre, no currículo anterior (até 2008) na disciplina Química Geral e no atual (a partir de 2009) em Fundamentos de Química.

A estruturação dos conceitos da disciplina Fundamentos de Química é central na organização do conhecimento químico que tem como ementa: teoria atômica, tabela periódica e propriedades periódicas, fórmulas e nomenclaturas de compostos químicos, ligações químicas: iônicas e covalentes, teoria de Lewis (TLV, RPECV e TOM) para moléculas diatômicas, reações químicas e estequiometria, líquidos e soluções: propriedades, estequiometria e equilíbrio químico, conceitos fundamentais de gases, ácidos e bases em meio aquoso e fundamentos de eletroquímica. (RESOLUÇÃO n° 202/2009/CONEPE).

Esse tipo de discussão é importante porque “os professores, geralmente, manifestam as suas ideias sobre a matéria, o ensino, a aprendizagem, o aluno, a metodologia de trabalho, etc, de uma forma muito simples, próprias do “senso comum”, do que propõem os conhecimentos pedagógicos hoje aceitos pela comunidade científica”.



(MALDANER, 2006, p. 63).

Muitas vezes, a prática dos professores de formação inicial é reproduzida no ambiente escolar. Na escola, os professores que reproduzem as mesmas práticas dos seus formadores usam, por exemplo, os livros didáticos, que deveriam auxiliá-los na prática escolar, como manuais didáticos, junto aos seus alunos, como único recurso capaz de propiciar a aprendizagem.

As dificuldades enfrentadas por professores em lidar com situações estão situadas na dissociação existente entre teoria e prática. Essa dissociação é explicada por Maldaner (2006, p. 51) a partir dos “currículos de formação profissional com base na racionalidade técnica derivada do positivismo”, por apresentarem a tendência, exatamente, de separar o mundo acadêmico do mundo da prática e, assim, manter o monopólio da pesquisa.

É preciso romper com essa ideia a partir da mudança curricular da formação inicial, da escola e do ensino. Torna-se necessária uma nova postura do professor frente a essa realidade. Espera-se do novo professor uma postura reflexiva capaz de dar utilidade ao ensino de Química por meio da alfabetização científica. De acordo com Libâneo (2007):

O novo professor precisará, no mínimo, adquirir sólida cultura geral, capacidade de aprender a aprender, modificar a ideia de uma prática pluridisciplinar e assumir uma prática interdisciplinar, persistir o empenho de auxiliar os alunos a buscarem uma perspectiva crítica dos conteúdos, a se habituarem a apreender as realidades enfocadas nos conteúdos escolares de forma crítico-reflexiva; assumir o trabalho de sala de aula como um processo comunicacional e desenvolver capacidade comunicativa; reconhecer o impacto das



TIC e informação na sala de aula; atender à diversidade cultural e respeitar as diferenças no contexto da escola e da sala de aula; investir na atualização científica, técnica e cultural, como ingredientes no processo de formação continuada; integrar no exercício da docência a dimensão afetiva e desenvolver comportamento ético, sabendo orientar os alunos em valores e atitudes em relação à vida, ao ambiente, às relações humanas e a si próprias. (LIBÂNEO, 2007, p. 29-45).

Será que o professor e a escola estariam preparados para dar conta desta complexidade de exigências? Se a concepção de ensinar e aprender for voltada para um processo de mobilização e ressignificação dos saberes, talvez a manutenção da originalidade dos saberes fosse mais fácil.

Mas, considerando ensinar e aprender como um processo de mobilização e ressignificação de saberes não isolados do mundo das relações individuais e coletivas, manter a originalidade destes saberes envolve fatores cujo conhecimento ainda está distante da formação dos professores.

Daí a necessidade urgente de uma “alfabetização científica” (CHASSOT, 2006) em que os alfabetizadores cientificamente não apenas tenham facilitada a leitura de mundo em que vivem, mas entendam as necessidades de transformá-lo, e transformá-lo para melhor.

De acordo com Maldaner (2006):

A profissão docente pode ser significada em novos níveis, desde que nas diversas instâncias de formação específica – no âmbito das universidades, nos espaços e tempos escolares, no convívio social cotidiano – ela seja vista como algo importante e problemático em que não se pode mais admitir improvisações e simplificações. (MALDANER, 2006, p. 43).



Para romper a barreira da (in)utilidade, o ensino de Química precisa ser experimentado e problematizado continuamente para adequar-se, desta forma, aos avanços da própria Ciência, da Tecnologia, da Sociedade, do Meio Ambiente e também do professor e dos alunos em suas especificidades, semelhanças, diferenças, (in)certezas e (des)continuidades. Nesse sentido, Maldaner (2006) afirma que:

Ao não ser problematizado o conhecimento químico quando da formação universitária, permanecem as crenças dos professores em uma ciência positiva, “descoberta” linearmente por pessoas especiais – os cientistas. São essas crenças as responsáveis pelo desenvolvimento de um certo programa e que se repete com incrível regularidade. Elas não permitem ver, criticamente, o programa de ensino e, com isso, procura-se passar ou transmitir uma lógica de conteúdos em que os alunos não encontram nexos e, portanto, não aprendem, achando a matéria de Química muito chata, como eles sempre dizem. (MALDANER, 2006, p. 61-62).

De fato, os conhecimentos químicos precisam ser problematizados desde a formação inicial, e devem ser modelados e direcionados para a resolução de situações-problema em conexão com a pesquisa, de modo a contribuir para a formação de um professor produtor do conhecimento plural.

Ademais, é importante destacar que os formadores das professoras pesquisadas, além do livro-texto usavam apostilas para o ensino dos modelos atômicos, o que caracteriza um novo recorte do saber, podendo ocorrer supressão, simplificação e desnaturação do saber. Por intuição, essa prática parece ser comum entre os professores, o que merece a intensificação da vigilância epistemológica.

A professora P1 disse que na disciplina Instrumentação para



o Ensino de Química houve a preocupação de “abordar os modelos atômicos de uma forma mais clara, como os próprios livros didáticos”, deixando evidente que muitos professores utilizam este recurso de forma salvacionista para a educação, acreditando que este, o livro, traz consigo informações completas e precisas, apesar de existirem outros recursos que permitem colocar em prática uma gama de situações didáticas capazes de favorecer a aprendizagem dos alunos.

Não estou aqui deslegitimando a importância do livro didático, ao contrário, ele é importante no processo de ensino e aprendizagem, mas é preciso ter critérios de seleção e organização de conteúdos, incluindo outras alternativas, a exemplo do uso de *softwares* educativos que podem contribuir para o ensino de saberes como os modelos atômicos.

Para o ensino dos modelos atômicos é essencial a abordagem histórica, entretanto ao analisar as matrizes curriculares do curso de Licenciatura Plena em Química, da UFS, verifiquei a ausência da disciplina História da Química entre as disciplinas obrigatórias do referido curso, integrando apenas o currículo complementar, correspondente ao conjunto de disciplinas optativas, com uma carga horária de 30 horas, o que equivale a 30 créditos, mas de sem evidências de já ter sido ofertada desde a origem do curso.

A disciplina História da Química pode possibilitar uma perspectiva de abordagem dos modelos atômicos a partir de dois componentes imperativos e interdependentes: (1) viés histórico e epistemológico e (2) complexidade dos conceitos.

Por tais razões, chamo a atenção para a complexidade dos conceitos que permeiam esta obra. Traçar uma tessitura discursiva em torno da formação e prática docente, imersas à teoria da transposição



didática proposta por Chevallard (1991), no contexto dos modelos atômicos não é tarefa fácil.

Par isso, considerei prudente investigar o que, como e com quais recursos as professoras pesquisadas ensinam os modelos atômicos e, a partir de então, comparar com o que elas aprenderam e como aprenderam esse saber durante a formação inicial, na UFS.

Essas observações poderão contribuir para o entendimento das relações existentes entre o saber (modelos atômicos), o professor (quem ensina/aprende) e o aluno (quem aprende/ensina), e para compreender como a transposição didática externa influencia a transposição didática externa.

No tocante à formação inicial das professoras de Química pesquisadas, protagonizada pela UFS, constatei que a transposição didática dos modelos atômicos ocorreu de forma fragmentada, ainda que os recursos utilizados pelos professores, a exemplo dos livros-texto, tenham conduzido a uma aproximação do saber de referência (científico), mas sem, no entanto, ter dado o suporte pedagógico necessário para que este saber fosse transposto didaticamente na prática docente, no ensino médio.

Além disso, o método de transmissão/recepção foi predominante na atuação dos formadores da UFS, podendo ter contribuído para uma reprodução desta prática por parte dos professores de Química em formação durante a prática docente, sempre que se depararem com realidades, talvez, diferentes daquelas que imaginavam encontrar e que a formação inicial não conseguiu prepará-los.

Daí a importância das concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem de cada professor, pois, professores que possuem essas concepções bem definidas desenvolvem situações didáticas mais



favoráveis ao processo de ensino e aprendizagem.

### 2.3.1 Exame do livro-texto Química: a ciência central

A teoria da transposição didática proposta por Chevallard (1991) permite a análise da transposição didática interna e da transposição didática externa. Como já discutido, a transposição didática externa imprime influência no funcionamento do sistema didático, de modo que para compreender as interações e mobilizações dos saberes no interior do sistema é importante conhecer o que ocorre em seu entorno.

A transposição didática externa materializa-se no âmbito da noosfera, local onde se pensa o funcionamento didático e se origina o texto escolar. Com efeito, o livro-texto é componente da transposição didática externa, de modo que um exame pragmático de determinado saber presente nele permite identificar aproximações ou distanciamentos entre o que é produzido e o que é ensinado durante a formação inicial, mas também, permite compreender como a transposição didática externa influencia na seleção de conteúdos e nos métodos de ensino.

Da análise da entrevista realizada com as professoras pesquisadas, identifiquei as disciplinas de formação específica e de formação pedagógica do curso de formação inicial do professor de Química, da UFS, além dos livros-texto utilizados pelos formadores.

Os livros-texto dessas disciplinas estão estruturados com conceitos que são considerados centrais na organização do conhecimento químico, a exemplo do atomismo. Isso implica dizer que o saber em química, presente no domínio dos cursos de ensino superior já se encontra ressignificado, ou seja, já sofreu uma transposição didática.



Dentre os livros-textos de Química Geral existentes, um dos mais indicados na UFS é ‘Química: a ciência central’, de Brown; Bursten e Lemay (2005). Por isso, resolvi fazer um exame dos primeiros modelos explicativos da matéria abordado neste livro-texto, mas sem a obrigação de seguir uma metodologia criteriosa.

Esclareço que minha pretensão foi apenas examinar e descrever alguns aspectos para compreender o processo da transposição didática externa do saber modelos atômicos para identificar como esse recurso influencia o funcionamento do sistema didático durante o curso de formação inicial do professor de Química, pois, como já dito, maiores inferências sobre os aspectos da transposição didática interna só seriam possíveis vendo a prática em ação, participando das aulas.

Nesse sentido, o exame levou em consideração a evolução dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr apresentada no referido livro-texto, em sintonia com o que as professoras disseram ensinar aos seus alunos na escola e, *a posteriori*, examinarei, o livro didático utilizado por tais professoras na escola, com a finalidade de compreender as aproximações e/ou distanciamentos existentes entre o saber de referência e o saber escolar e, mais, identificar a influência deste no ensino, traçando um comparativo entre as abordagens presentes nos textos do saber nas duas dimensões: universidade e escola.

Isto posto, no presente livro, o conceito de átomo é, inicialmente, apresentado como “partículas infinitamente pequenas”. (BROWN; BURSTEN E LEMAY, 2005, p. 2). Ao tratarem sobre modelos, os autores fazem um histórico sobre o surgimento dos átomos, desde a ideia de Demócrito (460-370 a. C.) a qual “o mundo material deveria ser constituído de partículas indivisíveis muito pequenas” até o modelo

atômico atual.

A base para a teoria atômica foi proposta quando os químicos aprenderam a medir a quantidade de matéria que reagia com outra para formar uma nova substância. Essa teoria surgiu durante o período 1803-1807, através dos seguintes postulados estabelecidos por Dalton. (BROWN, BURSTEN E LEMAY, 2005):

- (1) cada elemento é composto de partes extremamente pequenas chamadas átomos;
- (2) todos os átomos de um dado elemento são idênticos; os átomos de diferentes elementos são diferentes e têm diferentes propriedades (e também diferentes massas);
- (3) os átomos de um elemento não se convertem em diferentes tipos de átomos por meio de reações químicas; os átomos não são criados nem destruídos nas reações químicas;
- (4) os compostos são formados quando átomos de mais de um elemento se combinam, um determinado composto tem sempre o mesmo número relativo dos mesmos tipos de átomos. (BROWN, BURSTEN E LEMAY, 2005, p. 32).

De acordo com os autores, a teoria de Dalton explica várias leis simples de combinação química que eram conhecidas naquela época,

Uma delas era a lei da composição constante na qual em determinado composto o número relativo de átomos e seus tipos eram constantes. Outra lei química fundamental era a lei da conservação da massa (também conhecida como lei da conservação de matéria), onde a massa total dos materiais presentes depois da reação química era igual à massa total antes da reação. (BURSTEN; LEMAY, 2005, p. 32).

Na sequência, os autores apresentam a descoberta da estrutura



atômica, mostrando que as conclusões de Dalton foram alcançadas com base nas observações químicas no universo macroscópico do laboratório. Com o tempo, o átomo, que se supunha indivisível, começou a mostrar sinais de ser uma estrutura mais complexa.

Os autores assinalam que, em meados do século XVII, os cientistas defendiam opiniões divergentes sobre a natureza de raios catódicos e elétrons, pois ainda não era claro se os raios eram uma nova forma de radiação ou se consistiam de um jato de partículas.

Essas questões, segundo os autores, foram fundamentais para a introdução do modelo atômico de Thomson, tendo contribuído para que ele fizesse observações em muitas propriedades dos raios, inclusive de que sua natureza era a mesma independentemente da identidade do material do catodo, e que uma lâmina metálica exposta a raios catódicos adquiria carga elétrica negativa.

A apresentação das observações feitas por Thomson, cuja conclusão foi a de que os raios catódicos eram jatos de partículas com massa, carregadas negativamente, ficaram conhecidos pela “descoberta” dos elétrons. Desta forma, Thomson propôs que o átomo consistia em uma esfera positiva uniforme de matéria, na qual os elétrons estavam incrustados. Esse modelo, ficou conhecido como “modelo pudim de ameixa” e teve uma vida muito curta.

Mais adiante, os autores destacam que estudos sobre a natureza da radioatividade, principalmente o de Rutherford, revelaram três tipos de radiação: radiações alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ), que consistem de partículas de movimento rápido nomeadas partículas  $\alpha$  e  $\beta$ , e a radiação gama ( $\gamma$ ) considerada de alta energia, similar à dos raios X, cada um deferindo do outro quanto a sua reação a um campo elétrico.

Por volta de 1911, Rutherford conseguiu explicar as suas



observações, postulando que a maioria da massa do átomo e toda a sua carga positiva residiam em uma região muito pequena e extremamente densa, que ele chamou de núcleo. A maior parte do volume total do átomo é espaço vazio, no qual os elétrons movem-se ao seu redor. Depois que Rutherford descobriu a natureza nuclear do átomo, os cientistas passaram a pensar no átomo como um sistema solar microscópico no qual os elétrons descreviam uma órbita ao redor do núcleo. (BROWN, BURSTEN E LEMAY, 2005).

Os trabalhos de Plank e Einstein abriram caminho para a compreensão de como os elétrons são distribuídos no átomo. Segundo os autores, Bohr explicou o espectro de linhas do hidrogênio, supondo que os elétrons se moviam em órbitas circulares ao redor do núcleo. Contudo, a física clássica explica que, um elétron movendo-se em uma trajetória circular perde energia continuamente pela emissão de radiação eletromagnética.

Segundo os autores, Bohr baseou seu modelo em três postulados:

- (1) Somente órbitas de certos raios, correspondendo a certas energias definidas, são permitidas para os elétrons em um átomo;
- (2) Um elétron em certa órbita permitida tem certa energia específica e está em estado de energia permitido. Um elétron em estado de energia permitido não irradiará energia e, portanto, não se moverá em forma de espiral em direção ao núcleo;
- (3) A energia só é permitida ou absorvida por um elétron quando ele muda de um estado de energia permitido para outro. Essa energia é emitida ou absorvida como fóton,  $E = hv$ . (BURTEN; LEMAY, 2005, p. 32).

Apesar de todas essas explicações, o modelo de Bohr apresenta limitações, pois explica o espectro de linhas de hidrogênio, mas não é capaz de explicar os de outros átomos, a não ser de uma maneira



incipiente.

O exame deste livro-texto permite afirmar que a abordagem dos primeiros modelos explicativos da matéria se encontra próximo do saber de referência. É possível identificar que os autores evitam utilizar analogias para explicar os modelos, o que é característico dos livros-textos usados na academia, tendo apenas feito referência à analogia “pudim de ameixa” na abordagem do modelo atômico de Thomson, mas sem explorá-la.

## CAPÍTULO 3

### A PRÁTICA DO PROFESSOR DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: O QUE, COMO E COM QUAIS RECURSOS ENSINAM OS MODELOS ATÔMICOS

#### 3.1 A prática do professor de Química no ensino médio

Pisar o chão da escola na condição de sujeito escolar (professor, aluno, diretor, coordenador, equipe técnica, vigia, merendeira, etc.) é ter a certeza que cada ação desenvolvida contribui para a escrita de uma história. Na sala de aula, professores e alunos promovem a mobilização de saberes, influenciados pelo seu entorno que imprimem influência sobre o funcionamento do sistema didático. Nesse sentido, as ações cotidianas da vida escolar ajudam a compor os elementos mais intrínsecos das práticas desenvolvidas no interior das instituições de ensino.

Desta feita, o sistema didático se apresenta como terreno fértil para que saberes sejam mobilizados e ressignificados por professores e alunos, através de situações didáticas propostas pelo professor com a finalidade de problematizar o ensino e contribuir para o processo de aprendizagem.

O professor imerso às incertezas da prática docente busca alternativas para tornar o ensino cada vez mais útil para o aluno. O aluno, por sua vez, submerso às in(utilidades) do ensino, busca motivação nas situações didáticas propostas pelo professor, que a depender de como sejam apresentadas, pode leva-lo a assumir uma postura investigativa e



reflexiva, e juntos, movimentarem o sistema didático.

Nesse sentido, tomando como ponto de partida o espaço escolar, emergem diversos paradigmas científicos questionando a forma positivista de pensar e fazer ciência, e de fazer educação Química, indicando a necessidade de rupturas e do surgimento de um “paradigma emergente para a educação” (MORAES, 1997).

A propósito, em harmonia com o conceito relacional de Edgar Morin, Moraes (1997) amplia o conceito de paradigma proposto por Kuhn propondo um enfoque relacional por entender que “mudanças paradigmáticas convivem, simultaneamente, com outras experiências, teorias, outros conceitos ou fenômenos recalcitantes que não se ajustam facilmente ao paradigma vigente”. (MORAES, 1997, p. 32).

Com o foco na educação, Moraes (1997) faz duras críticas ao fato de a escola atual continuar sob a influência do universo mecanicista de Newton, pelas regras metodológicas de Descartes, pelo determinismo mensurável e por uma visão fechada de um universo linearmente concebido.

Seguindo esse modelo, Moraes (1997) descreve como se comportam a escola, o professor e o aluno:

Uma escola que continua dividindo o conhecimento em assuntos, especialidades, subespecialidades, fragmentando o todo em partes, separando o corpo em cabeça, tronco e membros, as flores em pétalas, a história em fatos isolados, sem se preocupar com a integração, a interação, a continuidade e a síntese. É o professor o único responsável pela transmissão do conteúdo, e em nome da transmissão do conhecimento, continua vendo o aprendiz como uma tábula rasa, produzindo seres subservientes, obedientes, castrados em sua capacidade criativa, destituídos de outras formas de expressão e solidariedade. (MORAES, 1997, p. 51).



Concordo com o pensamento de Moraes (1997), na medida em que é necessário mudar essa concepção tecnicista da educação. Para tanto, a escola precisa de autonomia e o ambiente de aprendizagem necessita de professores e alunos engajados e dispostos a mobilizarem os saberes, assumindo uma postura filosófica e pedagógica com o compromisso de buscar alternativas para a melhoria da educação.

Essa concepção tecnicista ainda é presente no ensino de Química que tem se mostrado (in)útil, centrado quase que exclusivamente no professor, com aulas expositivas, ausência de experimentação, fragmentação de conteúdos, a-histórico, descontextualizado e com ausência de relação do conteúdo ensinado com o cotidiano do aluno.

Esse cenário converge exatamente com as concepções apresentadas por Moraes (1997). É preciso mudar essa realidade. Torna-se urgente a necessidade de se buscar alternativas para a melhoria do ensino de Química.

As pesquisas em educação Química têm demonstrado um grande descompasso entre as ideias daqueles que planejam os currículos e a prática dos professores em sala de aula.

Nessa direção, Carvalho e Gil-Pérez (2009) corroboram com um estudo sobre as tendências e experiências inovadoras na formação do professor de Ciências, cujo fio condutor do trabalho ajustou-se em duas perspectivas: necessidades formativas do professor de Ciências e análise crítica da formação atual dos professores de Ciências e propostas de reestruturação.

Quanto às necessidades formativas do professor de Química, destacaram: a ruptura com visões simplistas, o conhecimento da matéria a ser ensinada, o questionamento das ideias docentes do senso comum, adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das



ciências, saber analisar criticamente o ensino tradicional, saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem afetiva, saber dirigir o trabalho dos alunos, saber avaliar e adquirir a formação necessária para associar o ensino e a pesquisa didática.

Essas concepções se entrelaçam com as perspectivas da educação Química, dentre as quais apresento três dimensões trazidas por Chassot (2004) que parecem ser importantes para um ensino diferente do atual: (1)<sup>12</sup> deve contribuir para a alfabetização da cidadã e do cidadão; (2) não pode ser esotérico e (3) deve ser facilitador da leitura do mundo.

Penso que essas questões nos levam mais uma vez às indagações sobre: o que ensinar? Como ensinar? Para que ensinar? Para quem ensinar? A definição “do que ensinar” e “como ensinar” parece ser problemática no contexto escolar.

Definir “o que ensinar”, talvez não seja o maior problema já que a prática comum da maioria dos professores é seguir a sequência de conteúdos apresentadas nos livros didáticos e/ou o currículo da escola, como sendo ideais para um ensino utilitário, por meio de um modelo de transmissão/recepção.

Parece-me que o cerne da questão está no “como ensinar”, pois, para que o docente saiba exatamente “o que ensinar” e “para que ensinar” é necessário que além do domínio do conteúdo, que possibilitará a seleção de temáticas mais próximas à realidade do aluno, seja capaz de fazer uma adequação para cada etapa da escolarização.

Para isso, reforço a importância das contribuições da História e Filosofia da Ciência, na medida em que os professores possam definir as suas concepções de ciência e de ensino.

<sup>12</sup> Consiste em ensinar Química dentro de uma concepção que destaque o papel social desta, através de uma contextualização social, política, filosófica, histórica, econômica e (também) religiosa.



No que se refere aos modelos atômicos, por exemplo, é importante entender e ensinar que “modelos mais simples podem explicar mais convenientemente certos assuntos que modelos mais sofisticados”. (CHASSOT, 2004, p. 151).

Ainda no contexto de rupturas que devem ocorrer na educação, particularmente no ensino de Química, nas formas de aprender a aprender a ser professor e de ensinar o aluno a aprender a aprender, Maldaner (2006) afirma que

:

A primeira ruptura é, sem dúvida, epistemológica! Os professores de Química [...] acreditam que a produção da Ciência é, tão-somente, a explicitação das leis científicas e teorias já “estocadas na natureza” ou escondidas atrás dos fenômenos. Segundo esta crença, cabe aos cientistas enunciá-las ou descobri-las com base na observação científica! Dificilmente encontramos um professor de Química, que fala de sua matéria como um sistema coerente de conceitos e concepções, criado pela cultura humana para que o homem pudesse explicar de certa maneira as coisas e os fenômenos ao seu redor e agir de forma mais coerente sobre o seu meio e sobre a natureza. (MALDANER, 2006, p. 392).

Realmente, é importante que o professor de Química compreenda a natureza da ciência que ensina, pois, o professor que domina a concepção de ciência e de ensino possui mais facilidade para elaborar situações didáticas capazes de promover uma melhor mobilização de saberes e, conseqüentemente, interação e aprendizagem dos alunos.

No Brasil a abordagem da Química é quase sempre igual, às vezes maquiada com uma aparência de modernidade, mas com a mesma essência de sempre, priorizando-se as informações desconectadas com a realidade em que vivem os alunos e os próprios professores. (BRASIL,



2000).

Mas, o que é possível fazer para dar utilidade ao ensino de Química?

Uma alternativa é a abordagem dos saberes a partir de temas sociais de forma (inter)conectada com o fito de contextualizar o ensino, com base no tripé: Ciência, Tecnologia e Sociedade. Esse tipo de abordagem pode contribuir para que o aluno perceba processos químicos envolvidos, imersos aos efeitos das tecnologias na sociedade, possibilitando, com essa prática, criar situações-problema que desenvolvam habilidades investigativas e, conseqüentemente, a capacidade de tomada de decisões conscientes.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio apontam a necessidade da contextualização para dar significado aos saberes transpostos didaticamente, da situação em que foram produzidos para a escola, e deverão ser relacionados com a prática ou a experiência do aluno.

A contextualização é um recurso importante para mobilizar os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Contextualizar o saber químico que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto.

Na escola, pelo menos em nível médio, os saberes são quase sempre reproduzidos das situações originais nas quais acontecem sua produção. Por conta disso, estes saberes deverão ser transpostos didaticamente, com observância no papel relevante da linguagem e colocando em prática a vigilância epistemológica para evitar deformações do saber.

Desta forma, quando os saberes contextualizados são bem trabalhados, permitem que, ao longo da transposição didática, o



conteúdo de ensino atinja aprendizagens significativas, capazes de mobilizar os alunos, estabelecendo entre eles e objeto (saberes) uma relação mútua.

Neste sentido, Alves Filho (2000) afirma que o “saber ensinado” é de extrema instabilidade, pois o ambiente escolar – com os alunos e seus pais, supervisores escolares, diretores ou responsáveis pelas instituições de ensino e o meio social em que a instituição está inserida – exerce fortes pressões sobre o professor, que acabam interferindo em suas ações desde o momento em que prepara sua aula até o lecionar de fato - momento que inicia a transposição didática interna, por meio das interações da triangulação proposta por Chevallard (1991): saber, professor e aluno.

Essas mudanças possuem sintonia com o paradigma educacional emergente, pois apontam a necessidade de uma nova formatação nos cursos de formação de professores, de uma nova escola, de uma nova postura do professor e do aluno, mas tudo isso em movimento, complexo, indiviso, incompleto, inacabado e em constante construção e transformação.

Os cursos de formação de professores terão que associar teoria e prática e formar professores em processo de pesquisa, o que permitirá que os futuros professores conheçam as suas crenças e entendam as suas práticas e, com isso, consigam desenvolver ações que permitam pensar e agir sobre a suas necessidades formativas e de seus futuros alunos.

Nesse sentido, Galiuzzi (2003) corrobora ao afirmar que:

A pesquisa não é o único caminho para o desenvolvimento profissional, mas é essencial para a construção da competência em qualquer prática profissional. Acredito



que por meio dela o professor – e preciso ressaltar que considero formador e licenciando juntos no processo de aprendizagem e formação – se profissionaliza porque desenvolve: a capacidade de fazer perguntas; de procurar respostas; de construir argumentos críticos e coerentes; de se comunicar; de se entender sempre como sujeito incompleto e a capacidade de reiniciar o processo, mas nunca do mesmo lugar. (GALIAZZI, 2003, p. 47-48).

Isso significa dizer que o formador e o licenciando, que usam a pesquisa no processo de formação, desenvolve a habilidade investigativa e a autonomia. Nesse universo, a escola deverá deixar de ser um espaço de reprodução de saberes e assumir o *status* de espaço de mobilização e ressignificação de saberes promovidos por professores e alunos, levando em consideração os seus aspectos sociais e culturais.

O professor terá que ser capaz de ajustar suas metodologias de ensino às inovações sociais, do conhecimento, do aluno, dos diversos universos culturais e dos meios de comunicação. O aluno, por sua vez, deverá assumir uma postura proativa no processo de aprendizagem, participando da mobilização dos saberes, e os ressignificando para aplica-los na sociedade em que vive, exercendo, desta forma, o protagonismo.

Essas mudanças exigem novas formatações curriculares em sintonia com as exigências e finalidades sociais, culturais, econômicas, políticas e educacionais. Nessa direção, a legislação e os documentos oficiais, discutidos e criados na noosfera, impõem e orientam novas habilidades e competências para que o ensino de Química seja inserido num contexto de transformação e alfabetização científica.

A organização do programa curricular e do ensino de Química, conforme preconiza os PCNEM, tem que atender às novas exigências,

possibilitando ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. (BRASIL, 2000).

Nessa direção, a proposta apresentada para o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola. (BRASIL, 2000).

Além disso, os PCN+ apresentam uma proposta de selecionar e organizar os conteúdos a serem ensinados por temas estruturadores “que permitem o desenvolvimento de um conjunto de conhecimentos de forma articulada, em torno de um eixo central com objetos de estudo, conceitos, linguagens, habilidades e procedimentos próprios”. (BRASIL, 2002, p. 93).

Tomando como parâmetro o estudo das transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos, os PCN+ sugerem nove temas estruturadores, quais sejam: (1) Reconhecimento e caracterização das transformações químicas; (2) Primeiros modelos de constituição da matéria; (3) Energia e transformação química; (4) Aspectos dinâmicos das transformações químicas; (5) Química e atmosfera; (6) Química e hidrosfera; (7) Química e litosfera; (8) Química e biosfera e (9) modelos quânticos e propriedades químicas. (BRASIL, 2002).



Dentre os temas estruturadores propostos, esta obra tem como foco a transposição didática dos primeiros modelos de constituição da matéria.

Segundo Maldaner (2006), os modelos teóricos da química, identificados como átomos, moléculas, íons, equações químicas, prótons, elétrons, nêutrons, ligações químicas, etc., são criações humanas, próprias da ciência química, cujo entendimento não pode ser buscado empiricamente pelo esforço pessoal do indivíduo.

Quase sempre, os primeiros modelos de explicação da matéria são ensinados como se não fossem construções mentais, representações construídas pelo homem para interpretar a realidade, fazendo com que o aluno, na maioria das vezes, considere tais noções como uma realidade perceptível. (MALDANER, 2006).

Na ciência, cada modelo, independente da sua evolução, pode ser usado a depender da necessidade de explicações. O modelo de Bohr, por exemplo, pode ser usado para explicar a formação de cátions e ânions, no entanto, se a explicação for mais complexa, a exemplo da formação da molécula de oxigênio, tem-se que recorrer ao conceito de orbital, ausente no modelo de Bohr, logo, “os diferentes modelos são modificados em função de novas leituras que se faz sobre a natureza da matéria”. (CHASSOT, 2007, p. 162).

É importante chamar a atenção para que os modelos explicativos sejam ensinados através da história, de forma contextualizada, pois a simples cronologia sobre essas ideias como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente. (BRASIL, 2002).

Segundo Chassot (2006, p. 270) “a História da Ciência é uma facilitadora ou, ainda mais enfaticamente, uma produtora da alfabetização científica”. Certamente a inserção de disciplinas como



História e Filosofia da Ciência nos cursos de formação inicial e continuada de professores contribuirá não só para a concepção sobre a natureza da Ciência que se ensina, mas, também, para a compreensão da natureza da prática pedagógica. Imerso a essas questões Chassot (2006) afirma que:

Hoje, há uma tendência mundial, em todos os níveis de estudo e nas diferentes áreas do conhecimento, de se buscar conhecer cada vez mais o ensino de História da Ciência. Disciplinas de História da Ciência e Filosofia da Ciência estão, atualmente, presentes nas diferentes licenciaturas e nos cursos de mestrado e doutorado, mesmo de áreas não científicas. Essas usualmente oferecem uma excelente gratificação intelectual aos estudantes, pois muitas vezes os inserem em conhecimentos nunca antes discutidos, mesmo que sejam expertos em determinada área da Ciência. (CHASSOT, 2006, p. 271).

Em síntese, a História e Filosofia da Ciência contribuem para a construção do conhecimento e, conseqüentemente, para a melhoria da prática docente, pois permitem que o professor compreenda melhor o conhecimento que ensina, além de favorecer a seleção e organização de conteúdo.

É nesse movimento paradigmático que abro os portões do Centro de Excelência Atheneu Sergipense e peço licença para entrar com a intenção de conhecer as práticas ensejadas nesta instituição de ensino secular, a fim de buscar alternativas para compreender a distância e/ou proximidade entre o saber produzido na academia e o saber escolar.

O processo de transposição didática inicia distante da escola, mas é nela que se materializa em saber escolar. Embora seja difícil entrar na sala de aula para capturar elementos detalhados da ocorrência da transposição didática interna, parece-me que ouvir o professor e



alunos pode ser um caminho para se obter indicativos que poderão ser aprofundados posteriormente com novas pesquisas e metodologias adequadas.

É chegado o momento de conhecer elementos do funcionamento do sistema didático para investigar indicativos de como se dá a transposição didática interna dos modelos atômicos na prática docente das professoras de Química do Centro de Excelência Atheneu Sergipense, egressas da UFS, conforme apresentado no quadro a seguir.

**Quadro 3.** O que ensinam sobre os modelos atômicos aos alunos

Ensinar	As teorias <b>(P1)</b> . A evolução dos modelos <b>(P1)</b> .
Falar	Do modelo atômico atual <b>(P1)</b> . Da relação dele com a questão do espectro <b>(P1)</b> . A questão do modelo ser onda ou partícula <b>(P1)</b> .
Trazer	Dentro do contexto da realidade deles <b>(P2)</b> . Questões do dia-a-dia <b>(P2)</b> .
Discutir	Através de textos a questão de Lavoisier, como ele introduziu a química como ciência e que se chegou ao modelo atômico e depois a sua evolução <b>(P2)</b> .

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Para identificar o que as professoras ensinam sobre os modelos atômicos, criei categorias de análise usando verbos no infinitivo pelo fato de nomear uma ação, com destaque para: ensinar, falar, trazer e discutir.

O ensino do conceito de átomo em sala de aula envolve noções abstratas. A partir da análise do conteúdo, é possível inferir que as



professoras abordaram aspectos históricos e contextualizaram o saber modelos atômicos dentro da realidade dos alunos, mas sem capturar elementos que garantam que essa abordagem tenha ocorrido seguindo ou sem seguir ideias de forma cronológica, linear e fragmentada. O ensino de Química que leva em consideração a sua história constitui pressuposto eficiente para que o aluno compreenda a natureza da ciência que estuda como uma construção humana, além de permitir o reconhecimento do seu caráter provisório, suas limitações e potencialidades.

A professora P2 relatou que faz uso de textos para abordar a lei de Lavoisier com a finalidade de demonstrar como ele introduziu a Química como ciência, como se chegou aos modelos atômicos e sua evolução. Muitas vezes, estes textos são extraídos dos livros didáticos ou, até mesmo, passam por recortes para atender determinada finalidade de ensino.

Mesmo sem ter tido acesso aos textos utilizados pela professora para melhor avaliação e inferências, chamo a atenção para os cuidados que os professores devem adotar durante a seleção e organização de instrumentos de ensino e aprendizagem, para evitar dificuldades na aprendizagem.

Importante ressaltar que estes textos já passaram por modificações até chegar na escola, podendo, inclusive, terem sido reproduzidos com simplificações e distorções que desnaturam o saber e, ao invés de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem acabam causando obstáculos de aprendizagem.

Como já dito nesta obra, as interações que ocorrem no interior da sala de aula, entre os integrantes do sistema didático, exigem técnicas de captura bem elaboradas. Seria necessário, para tanto, acompanhar as aulas e vivenciar as atividades em ação. Por isso, a partir da análise do



conteúdo das entrevistas, apresento algumas impressões que podem, ou não, aproximar-se da realidade.

O conceito de modelos é um dos pilares metateóricos sobre os que se edificam as ciências naturais. (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001). Diante disso, as professoras foram questionadas sobre a importância desse saber para os alunos e elas responderam o seguinte:

Eu não valorizo muito a importância, eu acho que a historicidade do conteúdo é importante para que o aluno possa conhecer como tudo começou, até porque se os teóricos começaram é porque eles eram curiosos e isso é muito bom. Isso é bom até para que o aluno também possa aguçar a curiosidade para a ciência [...]. Agora, entender esse modelo, não só a evolução dele, mas principalmente como ele hoje é trabalhado, como ele hoje é visto pela ciência faz ele entender os demais conteúdos (P1).

Olhe, da forma como ele vem abordado no livro didático, nenhuma. Porque ele é muito abstrato, ele trata de coisas, assim, muito superficiais, mas em se tratando, assim, da forma como você o aborda, pelo lado da modernidade, para que o aluno possa compreender o mundo que o cerca. O que acontece hoje com o nosso aluno? Ele tem muita tecnologia, ele utiliza muito essa tecnologia, mas ele não conhece nada sobre essa tecnologia. E ele tem assim vários tipos de celulares, até melhor que o do professor; ele tem computadores; tem mp3, mp7. E o que faz desse material ser melhor ou pior em relação a um gravador do meu avô, por exemplo, um gravador que usava aquela fitinha e tal. Então, qual a diferença disso aí? Certo? O que faz? Isso tá na constituição do material. Então, quando você começa a estudar os materiais que o rodeiam, aí você começa a explicar as suas propriedades químicas e físicas e sua construção, ou seja, você parte do macro pro micro. Isso começa a ficar claro para o aluno que isso tem um sentido, não simplesmente eu chegar lá e dar gráficos de energia e discutir com ele, parecendo que eu até estou falando do sexo dos anjos. (P2).



Para este questionamento, criei três categorias para análise: utilidade, história e abstração. Verifiquei que as categorias utilidade e história estiveram presentes no discurso das duas professoras, mas a categoria abstração apareceu apenas no discurso da P2.

A professora P1 reconhece o papel que a história da evolução do modelo atômico imprime sobre a aprendizagem, e reconhece a dificuldade em trabalhar sua importância, isto é, a utilidade que o saber tem para os alunos.

A professora P2 afirmou que se levar em consideração a abordagem do saber modelos atômicos operacionalizada nos livros didáticos não consegue identificar a importância deste saber para os alunos, pois diante da abstração, os modelos atômicos são abordados de forma superficial. Por outro lado, considerou o fato de que uma abordagem diferente ajuda “o aluno compreender o mundo que o cerca”.

É verdade, o conceito de modelos atômicos é complexo e abstrato. Nos livros didáticos, na maioria das vezes, a abordagem desse saber é marcada por obstáculos epistemológicos que dificultam a aprendizagem. Para evitar tais problemas, o professor assume papel importante na seleção dos conteúdos e na escolha de recursos e metodologias adequadas para facilitar a aprendizagem dos alunos.

Para explicar como aborda esse saber com os alunos, a professora P2 demonstrou que busca aproximações com realidade deles por meio do uso das tecnologias. Ela considera que usando as tecnologias utilizadas por eles no cotidiano, é possível discutir a constituição da matéria, suas propriedades químicas e físicas, partindo do “macro para o micro”, possibilitando, desta forma, a realização de um ensino mais concreto.



Fica evidente que a professora P2 faz uso de analogias para o ensino dos modelos atômicos. “A natureza essencialmente abstrata da Química a torna uma área em potencial para o uso de analogias como modelos de ensino”. (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2006, p. 10).

De fato, o professor pode usar analogias para possibilitar novas possibilidades de ensino e aprendizagem sem, com isso, recorrer à memorização, contribuindo para a percepção do abstrato por meio de semelhanças com o mundo real. As analogias quando bem elaboradas podem contribuir para o estabelecimento de relações entre aquilo que é familiar aos alunos (a exemplo das tecnologias dadas como exemplo da prática docente) e aquilo que é desconhecido, além de envolvê-los no processo de construção, mobilização e ressignificação dos saberes, mas é preciso atenção para evitar que o saber de referência seja transladado em senso comum.

A análise do conteúdo das entrevistas das professoras, particularmente sobre a importância da história dos modelos atômicos no ensino, não permitiu evidenciar a concepção que elas têm sobre a natureza e a epistemologia da ciência, para compreender, por exemplo, a necessidade de usar modelos e, desta forma, explicar a sua importância central no ensino da Química.

A consequência desse de um ensino que não leva em consideração tais aspectos é levar o aluno a ter dificuldades em estabelecer relações entre os modelos atômicos e o comportamento da matéria, ou seja, “ele não sabe utilizar um modelo micro (conceitual e abstrato) para compreender fenômenos macro”. (MELO, 2002, p. 4).

Para entender melhor a prática docente das professoras entrevistadas no contexto dos modelos atômicos, bem como a



aprendizagem dos alunos da 1ª série do ensino médio, do Centro de Excelência Atheneu Sergipense, busquei investigar quais recursos foram utilizados por elas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem, conforme apresentado no quadro 4.

**Quadro 4.** Recursos que as professoras utilizam para ensinar os modelos atômicos aos alunos

Utilizar	<p>Apostilas, alguns livros didáticos que apresenta CD ROM, aí levando o aluno para a sala de multimídia a gente pode apresentar esses modelos. Textos [...] muito bons que servem para unir, aproximar esse conteúdo da vida, do cotidiano do aluno. <b>(P1).</b></p> <p>Filme, modelos de papel, modelos de isopor. Procuo trabalhar com o real, usando desenhos e modelos. <b>(P2).</b></p>
----------	--

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Para esta questão criei a categoria de análise utilizar. A partir desta categoria, identifiquei que os recursos usados pelas docentes para o ensino dos modelos atômicos foram variados, com destaque para: modelos de isopor, modelos de papel, textos, desenhos, CD ROM, filmes, modelos de papel livros didáticos e apostilas.

Os recursos didáticos consistem em ferramentas que auxiliam o processo de ensino e aprendizagem do saber no sistema didático. Estes, quando bem selecionados e organizados podem contribuir para a mobilização e compreensão dos conteúdos para estimular, motivar e



despertar o interesse, além de aproximar o aluno da realidade em que vive, inclusive podem ajudar a elucidar situações abstratas.

A partir da análise dos resultados, identifiquei que dentre os recursos disponíveis no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, as professoras usam de forma predominante o livro didático e apostilas produzidas por elas quando ensinam os modelos atômicos.

Isso significa dizer que as professoras transpõem didaticamente os modelos atômicos usando o livro didático que já passou por adaptações até atingir o *status* de saber escolar e, por vezes, fazem novos recortes, adaptações e simplificações para ensinar este saber basilar.

Chamo a atenção para a vigilância epistemológica, pois se o professor não dominar o saber e a natureza da ciência que ensina poderá contribuir para a deformação do saber, de modo que o tornará cada vez mais distante do saber de referência e o mais próximo do senso comum.

No que se refere à opção de utilizar apenas o livro didático para ensinar os modelos atômicos, o professor precisa estar mais atento à forma pela qual o conteúdo está apresentado, pois, na maioria das vezes, a abordagem deste saber nos livros didáticos de Química é apresentada de forma simples, fragmentada, linear, a-histórica e descontextualizada, passando a falsa impressão de que a ciência não é uma construção humana.

Verifica-se ainda que muitos dos recursos usados pelas professoras pesquisadas são iguais aos usados por seus formadores, na UFS. De acordo com Maldaner (2006):

Os professores ao saírem dos cursos de licenciatura, sem terem problematizado o conhecimento específico em que vão atuar e nem o ensino desse conhecimento na escola, recorrem, usualmente, aos programas, apostilas,



anotações e livros didáticos que os seus professores proporcionaram quando cursavam o Ensino Médio. (MALDANER, 2006, p. 74).

A afirmação de Maldaner (2006) converge com a realidade até então delineada sobre a prática docente das professoras pesquisadas. É necessário buscar alternativas para tornar o ensino de Química mais útil. Para tanto, é preciso (re)pensar os currículos dos cursos de formação inicial de professores, fomentar os debates sobre as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem desse saber, incentivar a educação pela pesquisa e investir em políticas de formação continuada e permanente.

Pensando no ensino de Química em sintonia com as questões sociais, culturais, ambientais e tecnológicas, foi do meu interesse saber das professoras pesquisadas sobre a disponibilidade de laboratório de informática e recursos tecnológicos no Centro de Excelência Atheneu Sergipense, conforme o quadro 5.

**Quadro 5.** Disponibilidade de laboratório de informática, recursos tecnológicos e outros tipos de multimídias no Centro de Excelência Atheneu Sergipense

Tem sala de vídeo, laboratório de informática e Data Show. <b>(P1).</b>	Recursos tecnológicos
Eu posso dizer que a escola é atípica da Rede Estadual. Ela tem laboratório de química, física e biologia, dois laboratórios de informática. <b>(P2).</b>	Recursos tecnológicos

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Para este quadro criei a categoria recursos tecnológicos. Percebe-se que o Centro de Excelência Atheneu Sergipense é bem



equipado, inclusive a professora P2 reconhece a escola como “atípica da Rede Estadual”. É muito importante uma escola possuir uma excelente estrutura, inclusive de recursos tecnológicos, mas de nada adianta se o professor não estiver envolvido no processo reflexivo de mudança de sua prática, e nesse contexto estar preparado e disposto a explorar todas os recursos disponíveis para mobilizar os saberes no sistema didático. O professor que tem conhece a natureza da Ciência e a natureza pedagógica terá mais facilidade para selecionar e organizar atividades que potencializem o processo de ensino e aprendizagem, inclusive usando as tecnologias a seu favor.

Apesar da estrutura relatada, pelo menos a partir desta análise, verifiquei que somente a professora P1 (no quadro 4) relatou que leva os alunos para a sala de multimídia para apresentar os modelos atômicos.

Partilho da percepção de que a utilização de recursos tecnológicos pode trazer contribuições significativas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos. Nesse contexto, o uso de *softwares* de simulação tem se mostrado um recurso promissor. Para Oliveira *et al* (2013):

Esses programas podem incluir animações, visualizações e interativas experiências laboratoriais. As simulações aliadas ao ensino podem ser eficazes no desenvolvimento da interpretação e compreensão do conteúdo, bem como na promoção de objetivos mais sofisticados de aprendizagem, tais como investigação e descoberta, construção de modelos e conceitos. (OLIVEIRA *et al*, 2013, p. 147).

Entretanto, é importante destacar que o professor é o responsável pela mediação entre os saberes e suas representações. O computador e os *softwares* consistem apenas em ferramentas disponíveis para promover



a mobilização do saber e a consequente aprendizagem.

Nesta mesma linha de raciocínio, identifiquei trabalhos que abordam esta temática, com destaque para os de Eicheler e Del Pino (2000) que relatam a importância do *software* educativo e sua utilização enquanto ferramentas que auxiliam o aluno a raciocinar a respeito de certos fenômenos, a exemplo dos que utilizam a simulação.

De forma similar, o trabalho de Gois e Giordan (2006) apresenta uma ferramenta de construção e visualização de objetos moleculares virtuais e tridimensionais chamada de Construtor de Objetos Moleculares, que pode ser livremente acessada pela internet (<http://einstein.fe.usp.br>) e que possibilita construir objetos moleculares virtuais e tridimensionais de compostos orgânicos de cadeia simples ou ramificada, com até 30 átomos de carbono.

Essas pesquisas são exemplos exitosos que demonstram a utilização de recursos tecnológicos nas aulas de Química que propõem aguçar a curiosidade dos alunos e criar situações de aprendizagem que os façam desenvolver habilidades para a solução de problemas, tornando-os participantes e protagonistas do processo de ensino e aprendizagem.

Importante destacar que as professoras pesquisadas foram formadas sob a égide de currículos que ainda não contemplavam o uso das TIC como ferramenta para o ensino de Química. Como já demonstrado, somente a partir da matriz curricular de 2009 que disciplinas tecnológicas passaram a compor o rol de disciplinas obrigatórias do curso de Química da UFS, o que reforça a ideia de que a formação continuada e permanente é um caminho a ser seguido para chegar ao destino que todos almejam, a melhoria do ensino de Química.

Diante do quadro até então delineado, foi do meu interesse saber se as professoras sentem dificuldades para ensinar os modelos atômicos



no ensino médio, conforme se pode observar no quadro 6.

**Quadro 6.** Dificuldade para ensinar os modelos atômicos no ensino médio

Tenho. Até porque nós sabemos que é algo que vem avançando muito. A complexidade em si do conteúdo envolvido, no modelo atômico atual. Eu acho que a prova que fundamenta. A dificuldade maior é em como pegar aquela linguagem [...] é como explicar de forma mais clara e mais simples para o aluno, para que ele possa entender <b>(P1)</b> .	Dificuldade didático-epistemológica
No início de carreira sim. Mas agora a experiência, a formação vai ajudando, a discussão com outros colegas também <b>(P2)</b> .	Dificuldade didático-epistemológica e suficiência pedagógica

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Para esta questão criei duas categorias: dificuldade didático-epistemológica e suficiência pedagógica.

Observei que a categoria dificuldades didático-epistemológica apareceu no discurso das duas professoras P1 e P2, embora a professora P2 tenha afirmado ter superado tais dificuldades com a experiência e por meios de debates com colegas. A categoria suficiência pedagógica foi identificada na fala apenas da professora P2.

A professora P1 ao apresentar argumentos que demonstram dificuldades para realizar a transposição didática do saber modelos atômicos para os alunos, notadamente de que “a dificuldade maior é

em pegar aquela linguagem (saber de referência) e explicar de forma mais clara e mais simples para o aluno, para que ele possa entender (saber ensinado)”, evidencia a necessidade formativa e, conseqüente, mudança pedagógica. Segundo Maldaner (2006, p. 392) “nós queremos pensar a Química como uma realidade produzida pelo homem em processo intelectual e que o ensino dessa matéria permita o acesso a essa realidade histórica. Essa é a ruptura epistemológica fundamental que teria de acontecer”.

No que se refere à necessidade de mudança pedagógica, Maldaner (2006) afirma que:

[...] a mudança pedagógica exige compreensão sólida da natureza do conhecimento que se deseja constituir, pois os professores não abrem mão do que estão ensinando enquanto acreditarem que a ciência é um conjunto de verdades descobertas por cientistas e que saber Química, por exemplo, é memorizar e saber repetir essas verdades ou parte delas. São crenças captadas na formação acadêmica e pouco ou nunca problematizadas!”. (MALDANER, 2006, p. 392-393).

Em síntese, torna-se necessária uma mudança de postura por parte do professor. Ele precisa conhecer a natureza da Ciência que ensina, e, mais, precisa entender a Química como uma ciência essencialmente construída por diferentes atores dentro de um contexto histórico-cultural.

Se a formação inicial não for capaz de propiciar essa concepção de ciência, não vejo outro caminho senão pela formação continuada e permanente, por meio da pesquisa, da participação em encontros internacionais, nacionais, regionais e locais, dinâmicas de grupos de estudo, especialização, mestrado, doutorado, pós-doutorado,



buscando sempre alternativas para estreitar a distância existente entre a universidade e a escola, entre a ciência e o ensino, sempre num universo relacional, (in)diviso, complexo e inacabado.

Diante das dificuldades didático-epistemológicas identificadas, foi do meu interesse saber se as professoras identificam dificuldades de aprendizagem desse saber (modelos atômicos) nos alunos, conforme demonstrado no quadro 7.

**Quadro 7:** Dificuldades dos alunos na aprendizagem dos modelos atômicos

Com certeza, e às vezes eles até questionam, aonde eles vão utilizar aquilo na vida? E como aqui a escola disponibiliza laboratório de química, é uma hora que eles ficam querendo ir para o laboratório. A gente não pode fazer isso no laboratório, não pode representar o experimento de Rutherford no laboratório e eles ficam querendo, ficam ansiosos e fica aquela aula maçante mesmo porque envolve muitas teorias. <b>(P1).</b>	Dificuldades de aprendizagem
Muito. Muito, porque o nosso aluno tem o hábito de decorar, e quando ele é levado a questionar, ele se sente um pouco incomodado, então você tem que ter muito jogo de cintura para começar a questionar o aluno. Então, até você chegar e fazer dele um aluno questionador, você tem uma série de dificuldades. <b>(P2).</b>	Dificuldades de aprendizagem

FONTE: Entrevistas realizadas no período compreendido entre 18/01 a 08/03 de 2010, Aracaju-SE.

Para esta questão, criei a categoria dificuldades de aprendizagem, identificada no discurso das professoras pesquisadas.

Foi possível inferir, a partir do discurso da professora P1, a



presença de obstáculo pedagógico. Ela afirmou que “não é possível evidenciar o experimento de Rutherford, por exemplo, no laboratório, apesar dos alunos ficarem ansiosos”, no entanto, como mostrado anteriormente, a escola dispõe de laboratório de informática, sendo este um momento adequado para ensinar os modelos atômicos, por meio de *softwares* educativos e simulações, além de outras possibilidades existentes para buscar facilitar a leitura de mundo.

No discurso da professora P2 identifiquei a falta de hábito de questionar os alunos e dificuldades de fazê-los questionadores, mas ela bem chamou a atenção para o processo de ensino e aprendizagem corrente e que se busca romper: o de decorar. Talvez isso esteja associado à falta contextualização e de situações-problemas no exercício da prática docente, o que permitiria instigar o aluno a assumir uma postura investigativa e motivadora com a finalidade de solucionar o problema e ressignificar o saber, pois, muitas vezes, os alunos, dificilmente, compreendem como os modelos foram constituídos ou como são utilizados pela ciência para explicar os fenômenos. Para eles, muitas vezes, um modelo pode substituir outro simplesmente porque o anterior ficou mais velho.

As situações até então descritas, levaram-me a fazer uma retrospectiva do discurso das professoras entrevistadas sobre: o que, como e com quais recursos ensinam os modelos atômicos para compreender sobre as mudanças e permanências existentes na prática docente, partindo do momento que estudaram pela primeira vez os modelos atômicos, ainda no ensino médio, perpassando pela academia, e chegando à atualidade, na condição de docentes da educação básica, conforme apresento a seguir.



O que eu aprendi no ensino médio foi diferente do que eu vi na graduação, eu não fui apresentada ao modelo atômico atual, eu não fui apresentada ao mais novo, eu só fui apresentada às teorias de Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr e pronto. Na graduação eu já me assustei quando vi aquelas equações, equações de Schrödinger e tal, confesso que não achei fácil e por isso que hoje eu tento sempre levar a questão do modelo atômico atual porque eu acho que é importante a gente levar ao aluno. E acho que a melhor ferramenta para o professor é pegar o que tem de novo e tentar aproximar para o aluno nesse sentido então, eu acho que no meu ponto de vista, eu não estou passando o que eu vi na UFS pra não assustar, até porque não é no nível deles, mas também já não estou mais no nível que eu vi no ensino médio, então eu estou tentando buscar um pouco esse equilíbrio (P1).

Foi uma loucura. Ou seja, eu odiava. Eu podia estudar qualquer assunto menos modelos atômicos. Porque era muito abstrato. Tudo aparecia como numa caixinha de mágica. Eu não conseguia achar essa fada. A sensação que me dava, quando os professores falavam, era que era uma coisa de fada, assim, deitava e acordava e tudo se transformava, da noite pro dia e eu não conseguia enxergar os motivos daquilo ali. Até o ponto que na verdade eu precisei ser autodidata (P2).

Da análise do conteúdo das entrevistas das professoras pesquisadas, por intuição acredito que a professora P1 reproduz o mesmo método de ensino de seus formadores da UFS, operando o distanciamento devido entre o saber acadêmico e o saber escolar, mas com indicativos de que o saber ensinado dos modelos atômicos ocorra de forma simplista, com forte indício de um distanciamento do saber de referência.

Há indícios de que durante a sua formação inicial houve aproximação entre o que foi ensinado/aprendido e o saber científico,

é tanto que a professora reconhece a complexidade da abordagem do saber modelos atômicos operacionalizada durante a formação inicial, a exemplo das equações complexas.

No entanto, ao afirmar que ensina de forma que não “assuste” os alunos, leva-me a presumir que a transposição didática desse saber em sala de aula ocorre por meio de recortes que se realizados de forma inadequada podem levar a um distanciamento do saber científico e, mais grave, pode contribuir para o surgimento de obstáculos de aprendizagem.

O discurso da professora P2 talvez represente o sentimento dos alunos do ensino médio diante da (in)utilidade do ensino, já que o saber modelos atômicos é por natureza abstrato e, como tal, dificulta o aluno ver relação existente entre o que é ensinado e o seu cotidiano.

A professora P2 me fez presumir que a formação inicial dela, protagonizada na UFS, ocorreu de forma insuficiente, pois ela afirma ter superado as dificuldades didático-epistemológicas pelo “autodidatismo” e/ou, imagino, pelas crenças e concepções de ensino e de ciências que adquiriu ao longo dos anos.

Talvez a expressão “autodidatismo” esteja relacionada aos conhecimentos adquiridos pela professora durante os cursos de formação continuada, especialização, partilhas e grupo de estudo em educação Química, conforme relatado por ela no capítulo anterior.

O estudo dos modelos átomos nos leva a um mundo microscópico, ou seja, é impossível vê-los, o que torna o ensinar e o aprender abstrato. Para facilitar a aprendizagem fazemos modelos. “É importante, também, ter-se presente que, com os modelos de átomos, fazemos moléculas (logo, são modelos de moléculas), e com as moléculas fazemos reações (logo, são modelos de reações)”. (CHASSOT, 2006, p. 253).



Para Chassot (2006) a necessidade de se usar modelos decorre de duas limitações: (1) os modelos se destinam a descrições de situações com as quais dificilmente interagiremos, e das quais conhecemos apenas os efeitos; e (2) os modelos são simplificações de situações muito diversificadas, para as quais haveria a necessidade de milhares de descrições diferentes.

Mas, é importante ter em mente que mudam os modelos, mas não a realidade. Temos na verdade uma nova ideia de átomo, ou seja, um novo átomo, para explicar uma realidade que não mudou. A mudança que ocorre é no nosso conhecimento sobre a realidade. (CASSOT, 2006).

Miranda, Badillo e Garay (2006) afirmam que a didática da modelação científica em sala de aula, além de rever a maneira como ocorre a transposição didática do modelo central do objeto de saber e de pesquisa dos químicos, parece ser uma atividade que permite dotar os professores em formação inicial, de um olhar diferenciado. Para estes autores, a didática da modelação pode produzir os efeitos esperados quanto à substituição do paradigma habitual da transmissão e da repetição mnemônica de conteúdos curriculares. Considera-se que introduzir os professores em formação inicial na atividade de construir modelos os aproxima de uma versão da atividade científica.

Remeto-me às ideias de Tardif (2008) para afirmar que o professor não é um cientista, já que seu objetivo não é a produção de novos conhecimentos, nem mesmo o conhecimento das teorias existentes. Os juízos dos professores estão voltados para as suas ações no contexto e na relação com o outro, no caso os alunos.

Com efeito, surge uma grande preocupação - as dificuldades no processo de ensino e aprendizagem associados às metodologias



de ensino. Além disso, os processos cognitivos dos alunos e o contexto educacional mais geral, frequentemente, podem levar a uma desconsideração e, estas dificuldades são inerentes ao próprio conhecimento científico. Em função disso, por vezes, quando não se analisa epistemologicamente o que se ensina, é possível o confronto com determinadas limitações. (CHASSOT, 2006).

Essa análise epistemológica sobre o que se ensina também deve ser realizada no livro didáticos utilizado pelos professores. No discurso das professoras, do Centro de Excelência Atheneu Sergipense, ficou evidente o uso do livro didático como recurso predominante para o ensino de Química, particularmente para o ensino dos modelos atômicos.

Melo (2002) investigou os principais problemas nos livros didáticos quando abordam o tema relativo a estrutura atômica e ligações químicas, justificando que os professores, em sua grande maioria, estruturam suas aulas a partir deles. Apesar disso, a abordagem desses saberes, tanto nas aulas quanto nos livros didáticos parece ser inconveniente.

Esse problema é atribuído ao fato de uma linguagem fragmentada, que envolve muitos conceitos que são inadequadamente conectados. Além disso, o conceito de modelo que é fundamental no ensino de Química praticamente não é abordado.

Por tais razões, examinei o livro didático que as professoras do Centro de Excelência Atheneu Sergipense disseram usar para estruturar as aulas e mobilizar o saber modelos atômicos com os seus alunos. Procurei fazer uma breve leitura e descrição sobre a forma com que o saber modelos atômicos é apresentado no livro, pois o livro didático ao ser produzido passa por uma transformação em saber ensinado,



transformando-se em saber escolar a partir da prática docente de cada professor.

Imaginei ser uma excelente oportunidade para examinar as abordagens sobre os modelos atômicos, tanto no livro-texto utilizado pelos formadores das professoras pesquisadas durante a formação que tiveram na UFS quanto nos livros didáticos utilizados por elas na prática docente e, a partir de então, poder identificar as aproximações e distanciamentos do saber acadêmico e do saber escolar, por meio da análise da transposição didática externa.

### 3.1.1 Examinando o saber modelos atômicos no livro didático Química na abordagem do cotidiano

O livro didático Química na abordagem do cotidiano, de autoria de Tito e Canto (2003) inicia o capítulo sobre os modelos atômicos por meio de um breve histórico, partindo de Demócrito, utilizando analogias para representar a ideia de átomo daquela época, até o modelo atômico de Bohr.

A ideia envolvida era a seguinte: considere, por exemplo, a areia de uma praia. Vista de longe ela parece contínua, porém, observada de perto, notamos que é formada por “grãozinhos” tão pequenos que não podemos enxergar e, dessa forma, temos a impressão de que elas são contínuas? A esses “grãozinhos” foi dado o nome de átomos (do grego *atomos*, que significa “não”, e *tomos*, que quer dizer “divisível”). (TITO e CANTO, 2003, p. 7).

Partindo do macroscópico para o microscópico, Tito e Canto (2003) apresentam a teoria atômica proposta por Dalton com a finalidade



de explicar as leis enunciadas por Lavoisier e por Proust, afirmando que:

Dalton baseou-se nos resultados de experiências – feitas por ele e por outros cientistas que o antecederam, a exemplo de Lavoisier e Proust, e chegou às seguintes conclusões: (1) todas as substâncias são formadas por átomos; (2) os átomos de um mesmo elemento químico são iguais em todas as suas características (por exemplo, tamanho e massa); (3) os átomos dos diferentes elementos químicos são diferentes entre si; (4) as substâncias compostas são formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos diferentes, que se combinam sempre numa mesma proporção; (5) átomos não são criados nem destruídos, são esferas rígidas indivisíveis; (6) nas reações químicas os átomos se recombina. (TITO e CANTO, 2003, p. 52).

Tito e Canto (2003) afirmam ainda que a teoria de Dalton é uma proposta (bem sucedida) de explicação para a Lei de Lavoisier e a Lei de Proust, na qual numa reação química os átomos apenas se recombina, ou seja, já que os átomos não são destruídos nem formados, a massa de reagentes é sempre igual à dos produtos.

Na sequência, trazem uma discussão acerca da natureza elétrica da matéria, na qual são salientadas as conclusões dos cientistas, os quais por meio de experiências de eletrização, confirmaram que cargas elétricas de sinais diferentes se atraem e cargas elétricas de sinais iguais se repelem, o que pela teoria de Dalton não era possível ser explicado.

A partir dessa limitação, os autores discutem sobre a descoberta do elétron e do próton, apresentando as experiências realizadas pelos cientistas Thomson e Goldstein, que conseguiram provar que um átomo não é indivisível como imaginavam os filósofos gregos ou como sugeria



o modelo de Dalton.

Para Thomson, o átomo deveria ser formado por uma esfera de carga elétrica positiva, possuindo, em sua superfície, elétrons incrustados. Assim, a carga elétrica total de um átomo seria nula, pois a carga negativa dos elétrons compensaria a carga positiva da esfera que os contém. Esse modelo é conhecido como “modelo de pudim de passas”.

Neste livro didático, os autores ainda afirmam que Goldstein realizou outras modificações experimentais que conduziram à descoberta de outra partícula subatômica com sinal positivo, mais pesada que o elétron e dotada de carga elétrica igual à dele, e que foi denominada de próton.

Diante disso, os autores apresentam o modelo atômico de Rutherford, já que o modelo de Thomson era incompleto, por não levar em consideração a existência de prótons. Após explicarem a experiência de Rutherford, fazem menção às partículas alfa, afirmando que estas serão estudadas, somente, no volume 2, em Radioatividade.

De acordo com Tito e Canto (2003) a experiência de Rutherford permitiu as seguintes conclusões:

- (1) o átomo não é maciço, apresentando mais espaço vazio do que preenchido; (2) a maior parte da massa do átomo se encontra em uma pequena região central (que os autores chamam de núcleo) dotada de carga positiva, onde estão os prótons; (3) na região ao redor do núcleo (que os autores chamam de eletrosfera) estão os elétrons, muito mais leves (1.836 vezes) que os prótons e (4) a contagem do número de partículas que atravessavam e que ricocheteavam permitiu fazer estimativa de que raio de um átomo de ouro (núcleo e eletrosfera) é cerca



de dez mil vezes maior que o raio do núcleo. (TITO; CANTO, 2003, p. 67).

Indo além, o modelo atômico de Bohr é introduzido com explicações acerca do modelo atômico proposto por Rutherford que apesar de esclarecer satisfatoriamente os resultados da experiência de dispersão de partículas alfa, possuía algumas deficiências como, por exemplo, não explicar os espectros atômicos. Desta forma, segundo os autores (p. 76), Bohr incluiu uma série de postulados:<sup>13</sup>

- (1) Os elétrons nos átomos movimentam-se ao redor do núcleo em trajetórias circulares, chamadas de camadas ou níveis.
- (2) Cada um desses níveis possui um valor determinado de energia.
- (3) Não é permitido a um elétron permanecer entre dois desses níveis.
- (4) Um elétron pode passar de um nível para outro de maior energia desde que absorva energia externa (ultravioleta, luz visível, infravermelho etc.). Quando isso acontece, dizemos que o elétron foi excitado.
- (5) O retorno do elétron ao nível inicial se faz acompanhar da liberação de energia na forma de ondas eletromagnéticas.

A novidade da teoria de Bohr está na afirmação de a energia dos elétrons ser quantizada, isto é, possuir determinados valores. O modelo atômico de Rutherford, modificado por Bohr, é também conhecido como modelo de Rutherford-Bohr.

### 3.1.2 Algumas considerações sobre o exame do livro didático Química na abordagem do cotidiano

O livro didático é pensado e produzido fora do ambiente

<sup>13</sup> Os autores definem postulado como uma afirmação aceita como verdadeira, sem demonstração.



escolar (transposição didática externa), mas imprime forte influência no funcionamento do sistema didático (transposição didática interna). Os relatos das professoras pesquisadas testemunham o uso dos livros didáticos como ferramenta, muitas vezes, única, para o ensino de Química.

As professoras deixaram evidente que diante da abstração peculiar do saber modelos atômicos, parece ser mais fácil seguir a sequência do livro didático para cumprir as exigências curriculares da escola, sem, no entanto, fazer uma análise de como os saberes são abordados nos referidos livros didáticos e se estes poderão, realmente, facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Essa postura converge com as discussões traçadas ao longo desta obra sobre a necessidade de o professor conhecer a natureza da ciência que ensina e, também, a natureza pedagógica.

O livro didático analisado, diferentemente do livro-texto usado na academia, explora o uso de analogias para apresentar a ideia de átomo de cada época, a exemplo da “areia da praia” e “grãozinhos” para definir o átomo como não divisível; e o “modelo de pudim de passas” para explicar o modelo de Thomson.

Como já dito, o ensino de Química é abstrato e, por isso, professores usam modelos para facilitar a aprendizagem de determinados saberes que se deseja ensinar, a exemplo dos modelos atômicos. No entanto, precisam ser bem elaborados para alcançarem a finalidade de estabelecer relações entre o que é familiar aos alunos e o outro que é desconhecido.

No entanto, da forma que os modelos são apresentados nos



livros didáticos de Química, já prontos, pode levar os alunos a terem dificuldades de aceitação, por estarem distantes da realidade em que vivem, podendo ao invés de contribuir para a aprendizagem causar interpretações destoantes, e levar a erros conceituais. Importante destacar que as analogias apresentadas pelos autores não fornecem qualquer explicação do domínio análogo e nem discutem as suas limitações.

Em pesquisa com foco em analogias utilizadas no ensino de modelos atômicos, Souza; Justi e Ferreira (2006) buscaram compreender o que os alunos pensam a partir deste saber, a exemplo dos modelos propostos a partir das comparações entre o modelo atômico de Thomson e o pudim de passas.

No que se refere à analogia conhecida como “pudim de passas” utilizada pelos autores do livro analisado, é possível inferir que é inadequada ao seu domínio, pois “[...] o que alunos brasileiros conhecem como “pudim” é uma massa clara com formato circular e contendo um furo no meio. Além disso, é muito raro um pudim ser acompanhado de passas no Brasil”. (SOUZA; JUSTI; FERREIRA, 2006, p. 14), por isso os alunos tiveram dificuldades para associar a representação do “pudim” como algo relacionado a uma imagem anteriormente conhecida para o modelo de Thomson.

Como possíveis causas para esse tipo de representação, Souza; Justi e Ferreira (2006) apontam o fato de passas serem raras em pudins no Brasil, bem como ao fato de os alunos não distinguirem diferentes modelos históricos em virtude da criação, no ensino – por autores de livros didáticos e professores – de um modelo constituído por partes distintas de diferentes modelos históricos reunidas como se



constituíssem um todo coerente e, por fim, o fato de autores de livros e professores não atribuírem importância à história da ciência.

Na análise do livro didático, identifiquei ainda aspectos comuns aos que Melo (2002) apontou em sua pesquisa, a exemplo do modelo do orbital atômico que vem acompanhado de analogias que o distorce, e este não é adequadamente conectado à tabela periódica. Esta, por sua vez, acaba sendo decorada e não interpretada, e também não é utilizada para a compreensão das ligações químicas. Estas ligações são justificadas pela regra do octeto, mas esta não justifica o comportamento macroscópico dos compostos iônicos e moleculares.

As analogias precisam ser bem trabalhadas para evitar distorções e obstáculos na aprendizagem. As analogias quando bem trabalhadas “[...] podem fomentar a aprendizagem de novos conceitos ou reinterpretar os já existentes e sugerirem novas relações estruturais entre entidades teóricas”. (LEITE; DUARTE, 2006, p. 45).

Além disso, os professores precisam estar vigilantes quanto aos obstáculos pedagógicos e epistemológicos. De acordo com Lopes (2007, p. 142) “Bachelard [...] não é contrário à utilização de metáforas e imagens [...]. Sua posição é de que a razão não pode se acomodar às imagens, devendo estar pronta a desconstruí-las sempre que o processo de construção do conhecimento científico assim o exigir”.

Pensar no uso de analogias no ensino de Química requer uma análise da transposição didática a fim de observar o *status* do saber, a partir da criação dos modelos científicos e dos modelos de ensino, pois, como já discutido, as inadequações das analogias podem levar ao distanciamento do saber de referência e a aproximações ao senso comum.



Por fim, é importante que durante a formação inicial do professor de Química, formadores e futuros professores criem espaços de análise de livros didáticos com o fim de identificar aspectos que possam facilitar e/ou dificultar o processo de ensino e aprendizagem, o mesmo pode ocorrer no ambiente de formação continuada e na escola.

### **3.2 Investigando a aprendizagem dos alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense sobre os primeiros modelos explicativos da matéria**

Conhecer as interações que ocorrem no interior do sistema didático é do interesse de diversos pesquisadores da área de educação Química. Apesar da impossibilidade de adentrar na sala de aula para participar da mobilização dos saberes e compreender com maior clareza as certezas e incertezas intrínsecas deste processo de mobilização e ressignificação dos saberes, busquei manter contato com um grupo de alunos para aplicar um instrumento de análise (prova) produzido com base no que as professoras pesquisadas disseram que ensinavam sobre os modelos atômicos.

Este interesse ocorreu em virtude de os alunos integrarem o sistema didático e participarem da mobilização do saber juntamente com o professor. Essa condição instigou-me a querer identificar elementos da transposição didática a partir do saber aprendido, mais precisamente o que aprenderam, como aprenderam e com quais recursos aprenderam os modelos atômicos, conforme pode ser acompanhado a partir tabela 1.



**Tabela 1.** Como os alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense aprenderam os modelos atômicos

Alternativas	Centro de Excelência Atheneu Sergipense		
	P1		P2
	(%)		(%)
Estudei as teorias, a evolução desses modelos e o modelo atômico atual.	60		60
Eu estudei dentro da minha realidade e, a partir de então, estudamos os modelos atômicos. Estudei também a partir da história da química, através de textos.	20		10
Eu estudei desde os primórdios, com uso de esferas.	-		-
Estudei através de comparações simples feitas pela professora, assim como tem nos livros didáticos.	10		30
De forma totalmente diferente das anteriores.	10		-

FONTE: Avaliação aplicada aos alunos no período compreendido entre julho e outubro de 2010, Aracaju-SE.

Do universo de alunos pesquisados, apenas três afirmaram ter estudado os modelos atômicos de acordo com a realidade em que vivem, na perspectiva da história da Química por meio de textos.

Além destes, quatro alunos disseram ter estudado os modelos atômicos por meio de comparações simples, feitas pela professora, em sintonia com a abordagem apresentada nos livros didáticos.

De acordo com os dados apresentados na tabela 2, verifica-se divergências entre as respostas dos alunos e as das professoras

pesquisadas. Rememorando os dados apresentados no quadro 3, onde consta a descrição da análise do conteúdo das entrevistas sobre o que as professoras disseram ensinar sobre modelos atômicos, e comparando-se os dados, identifiquei maior coerência entre os dados apresentados pela professora P1 e distanciamento entre o discurso trazido pela professora P2.

Buscando ir além, foi perguntado aos alunos sobre os recursos que as suas professoras mais utilizam quando ensinam os modelos atômicos, conforme a tabela 2.

**Tabela 2.** Recursos mais utilizados pelas professoras durante as aulas de modelos atômicos

Alternativas	Centro de Excelência Atheneu Sergipense		
	P1		P2
	(%)		(%)
Livro Didático	30		100
CD ROM	-		-
Computador	-		10
Modelos de isopor	10		-
Apostilas	100		60
Desenhos	60		10
Câmera Digital	-		-
Filmes	-		-
Internet	-		-
Outros	-		-

FONTE: Avaliação aplicada aos alunos no período compreendido entre julho e outubro de 2010, Aracaju-SE.



Segundo os alunos, os recursos utilizados pelas professoras para o ensino dos modelos atômicos foram apostilas, livro didático, computador, modelos de isopor e desenhos, havendo uma maior predominância no uso de livros didáticos, apostilas e desenhos.

Comparando as respostas dos alunos com as informações apresentadas pelas professoras no quadro 4, foi possível verificar que há coerência parcial entre o discurso da professora P1 e dos seus alunos, com divergência quanto ao uso do computador, apontado por apenas um aluno da professora P2.

O discurso da P2 e seus alunos converge em sua maioria, diferenciando-se, apenas, quanto à utilização de filmes apontado pela professora. O predomínio do uso do livro didático e apostila reforçou as discussões estabelecidas ao longo desta obra.

Preocupa-me a prática docente na qual o professor faz uso de livros didáticos e apostilas como se esses recursos fossem a sustentação da *práxis*. Não quero desconsiderar a importância do livro didático, mas quero chamar a atenção para a necessidade de o professor buscar outras alternativas para fazer alfabetização científica, usando o livro como recurso auxiliar.

Quando se faz uma análise em torno do funcionamento do sistema didático, no universo da teoria da transposição didática, espera-se que os integrantes do sistema estejam em movimento contínuo e inacabado. O livro didático, por si só, já constitui um recorte do saber de referência e chega à escola com uma linguagem mais próxima do aluno. Muitas vezes, alguns dos livros didáticos estão impregnados de obstáculos epistemológicos que dificultam a aprendizagem do aluno.

Não obstante, o professor ainda realiza outro processo de transformação do saber quando produz apostilas, podendo ocorrer



simplificações e distorções que podem comprometer o processo de ensino e aprendizagem.

O professor que faz uso dessa prática, precisa dominar o conteúdo que ensina e, sobretudo, ter consciência da concepção pedagógica e de ciência. Só assim, penso eu, estará agindo com vigilância epistemológica para evitar o distanciamento com o saber de referência e estará contribuindo para que as concepções de ensino e aprendizagem se distanciem do senso comum.

Não há mais lugar para improvisos, a transmissão do velho leva a um ensino desinteressante, enfadonho, descontextualizado, sem sentido para o aluno. “Ao professor é reservado o papel de dialogar, de entrar no novo junto com os alunos, e não o de mero transmissor do velho”. (D’AMBRÓSIO, 1997, p. 10).

Ao contrário, o professor precisa ter a concepção de que o conhecimento está em constante movimento, mediante interações, transformações e trocas mútuas, assumindo o seu papel de mobilizador entre o conhecimento, o contexto e o aluno. “O professor cuja atividade é transmitir o velho não tem mais espaço neste mundo que estamos começando a viver. É nesse sentido que podemos dizer que estamos entrando numa nova era na educação”. (SANTANA; SOBRAL; MACHADO, 2013, p. 174).

Com efeito, após analisar o que as professoras disseram ensinar, como ensinam e com quais recursos ensinam os modelos atômicos, propus aos alunos, a resolução de algumas questões bem elementares, de forma objetiva, buscando associar cientistas e modelos. Não podia ser de outra forma, pois havia um grande risco de os alunos não conseguirem responder, procurei ser fiel ao que as professoras deles disseram ter ensinado. As respostas podem ser observadas a partir da



tabela 3.

**Tabela 3.** Relação entre o modelo e cientista responsável pela descoberta do núcleo e seu tamanho relativo

Alternativas	Centro de Excelência Atheneu Sergipense	
	P1	P2
	(%)	(%)
Dalton	40	60
Rutherford	20	20
Bohr	40	-
Thomson	-	20

FONTE: Avaliação aplicada aos alunos no período compreendido entre julho e outubro de 2010, Aracaju-SE.

\*Um aluno deixou de responder essa questão.

Para esta questão, esperava-se que os alunos pesquisados fossem capazes de associar corretamente a descoberta do núcleo e seu tamanho relativo à teoria de Rutherford. No entanto, dos vinte alunos respondentes, verifiquei que apenas quatro alunos, equivalente a 20% de alunos de cada uma das professoras pesquisadas, conseguiram fazer a correlação de forma correta.

Na sequência, foi proposta uma questão na qual os alunos deveriam correlacionar o modelo considerado como esféricos, maciços e indivisíveis à teoria de Dalton, conforme demonstrado na tabela 4.

**Tabela 4.** Cientista responsável pelo modelo que caracterizou os átomos como esféricos, maciços e indivisíveis

Alternativas	Centro de Excelência Atheneu Sergipense	
	P1	P2
	(%)	(%)
Dalton	50	10
Rutherford	50	30
Bohr	-	-
Thomson	-	60

FONTE: Avaliação aplicada aos alunos no período compreendido entre julho e outubro de 2010, Aracaju-SE.

Dos vinte alunos respondentes, somente seis alunos, equivalente a 50% dos alunos da professora P1 e 10% da professora P2, fizeram a associação corretamente.

De igual maneira, propus uma questão na qual o aluno fosse capaz de associar o modelo semelhante a um “pudim de passas” à teoria atômica de Thompson. As respostas dos alunos podem ser observadas na tabela 5.



**Tabela 5.** Cientista responsável pelo modelo semelhante a um “pudim de passas” com cargas positivas e negativas em igual número.

Alternativas	Centro de Excelência Atheneu Sergipense		
	P1		P2
	(%)		(%)
Dalton	10		10
Rutherford	10		30
Bohr	10		40
Thomson	70		20

FONTE: Avaliação aplicada aos alunos no período compreendido entre julho e outubro de 2010, Aracaju-SE.

Dos vinte alunos respondentes, verifiquei que apenas nove alunos, equivalente a 70% da professora P1 e 20% da professora P2, conseguiram fazer a correlação de forma correta.

Para a questão seguinte, esperava-se que os alunos fossem capazes de associar o modelo em que os elétrons giram em torno do núcleo em determinadas órbitas ao cientista Bohr. As respostas dos alunos podem ser observadas na tabela 7.

**Tabela 6.** Cientista responsável pelo modelo em que os elétrons giram em torno do núcleo em determinadas órbitas

Alternativas	Centro de Excelência Atheneu Sergipense		
	P1		P2
	(%)		(%)
Dalton	10		10
Rutherford	20		20
Bohr	40		50
Thomson	30		20

FONTE: Avaliação aplicada aos alunos no período compreendido entre julho e outubro de 2010, Aracaju-SE.

Dos vinte alunos respondentes, verifiquei que apenas nove alunos, equivalente a 40% de alunos da professora P1 e 50% da professora P2, conseguiram fazer a correlação de forma correta.

Fazendo uma análise geral acerca dos instrumentos de análise de dados e os resultados apresentados, é importante destacar que o saber ‘modelos atômicos’ é componente curricular da 1ª série do ensino médio e por se tratar de conteúdo estruturante é introduzido no início do curso, mas orienta o ensino de outros conteúdos da Química.

Como já justifiquei exaustivamente, não tive a intenção de avaliar as professoras e os alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense, ao contrário, propus-me a analisar como ocorre a transposição de um saber estruturante do curso de Química, modelos atômicos, em duas dimensões: na formação inicial do professor de Química, ofertada na universidade e na escola, buscando compreender a transformação do



saber modelos atômicos a partir das práticas e da aprendizagem.

No que se refere aos resultados das provas dos alunos, mesmo levando em consideração as justificativas apontadas, é possível inferir que há indicativos de um distanciamento entre o que foi ensinado e o saber de referência. Ainda assim, pode-se dizer que os alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense apresentaram resultados regulares, mas abaixo das expectativas.

Levando em consideração o que as professoras disseram ensinar e o que os alunos demonstraram ter aprendido, sugiro mais uma vez a necessidade da vigilância epistemológica a fim de evitar dar ênfase ao senso comum em detrimento do saber científico.



## A ESCRITA DE UM (RE)COMEÇO

A ideia de utilizar o termo ‘a escrita de um (re)começo’ é a de chamar a atenção para a complexidade que envolve os conceitos que tentei abordar ao longo do texto, demonstrando que são temas cujas discussões são inesgotáveis e que sempre se (re)iniciam e se (re)inventam.

A teoria da transposição didática é complexa e pode ser analisada sob a perspectiva interna e externa, sendo pressuposto para compreender os acontecimentos no interior da primeira levar em consideração as determinações da segunda. A primeira ocorre no interior do sistema didático, ou seja, na sala de aula, por meio da mobilização que é dada ao saber pelo professor e aluno. Por isso, a captura de informações detalhadas sobre o movimento do saber é difícil sem o uso de uma metodologia de pesquisa participativa.

A proposta apresentada nesta obra foi a de instigar reflexões sobre o lugar do professor, do aluno e do saber no sistema didático, envolto às influências operacionalizadas pela transposição didática externa (legislações, documentos oficiais, livro-texto, livros didáticos).

Para isso, ao longo dos capítulos, busquei expor uma discussão entre teóricos no que se refere à formação e atuação de professores na perspectiva da teoria da transposição didática, visando demonstrar diferentes perspectivas acerca dessa temática, dentro de um universo relacional, (in)diviso, (in)completo, (in)acabado e complexo.

A pesquisa que desenvolvi durante o mestrado, as crenças e



as concepções de ciência, de ensino, de aprendizagem e de formação de professores que fui adquirindo ao longo dos anos, ratificaram as presunções que eu tinha desde a minha experiência enquanto discente na universidade: não há mais espaço para improvisações e simplificações na sala de aula.

Foi inserido nesse universo que passei a compreender melhor o funcionamento do sistema didático e os aspectos que influenciam o seu funcionamento, passando a defender a formação continuada e permanente do professor de Química como um caminho para a melhoria da prática docente.

Imbuído desse espírito acredito que é necessário um estreitamento cada vez maior entre a universidade e a escola, entre formador e futuro professor, entre teoria e prática, de modo que a formação e a prática docente sejam relacionais.

Penso que a pesquisa no ambiente de formação de professores pode minimizar um dos problemas mais comuns nos cursos de formação inicial, existente nas mais diversas universidades, inclusive identificado no âmbito da UFS, que é a dissociação entre a formação específica e a formação pedagógica.

Aliado à formação continuada e permanente, educar pela pesquisa pode contribuir no processo de ruptura epistemológica e pedagógica, contribuindo para a mudança de postura dos professores cujo hábito é o da reprodução.

Percebi que há uma grande tendência de reprodução da prática dos formadores no exercício da profissão docente. O maior problema é que, na maioria das vezes, essa reprodução é fruto da ausência de conhecimento da natureza da ciência Química, o que leva a obstáculos pedagógicos e, conseqüente, obstáculos epistemológicos. Afinal, ainda



é muito forte a ideia de que para ensinar basta dominar o conteúdo e que a prática pedagógica se adquire com a experiência em sala de aula.

Essa realidade, presente na maioria dos cursos de formação inicial do professor de Química contribui para a falta de reflexão sobre a prática docente e, conseqüentemente, interfere no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para um ensino (in)útil.

Na condição de professor e pesquisador entendo que, se o aluno integra o sistema didático e participa da mobilização do saber, é importante identificar como ele aprende o saber transposto em sala de aula e como (re)significa o saber aprendido.

Por isso, mesmo ciente de que o caminho escolhido para desenvolver a presente pesquisa não me permitiria chegar a essa percepção, resolvi elaborar e aplicar uma prova simples a partir do que as professoras dos alunos participantes disseram ensinar, de modo que os resultados apontassem indicativos de como ocorreu a transposição didática interna, tangenciada pela influência dos documentos oficiais e livros didáticos produzidos na noosfera (transposição didática externa).

Com isso, proponho uma reflexão para futuras pesquisas sobre o lugar do aluno na triangulação didática - como aprendem os saberes e como transpõem esses saberes da escola para a sociedade em que vivem, e assumem o protagonismo.

Por outro lado, é importante destacar que não são, somente, os instrumentos utilizados pelos professores que garantirão um bom desempenho dos alunos, mas, sobretudo, a concepção de Ciência, de ensino e do envolvimento de todos os agentes do sistema didático.

Essa concepção é importante porque “no ensino médio, não existe uma preocupação com a discussão do termo modelos. No máximo percebe-se uma abordagem, não profunda, quando da apresentação de



modelos atômicos, dando-se ao aluno a sensação, de que toda teoria posterior é imutável e definitiva” (MELO, 2002, p. 6).

O aluno que inicia o ensino médio já apresenta uma concepção de modelo que segundo Melo (2002) é:

A miniatura do que ele é capaz de ver, pois no seu cotidiano convive com modelos de aviões, bonecos como modelos de pessoas, enquanto que a construção de modelos científicos difere da construção dos modelos conhecidos pelo aluno. Isso mostra que na concepção do aluno, o modelo pode ser imaginado, existe e é algo concreto, que pode ser até manuseado. Portanto, se a abordagem de modelo científico não é feita com o aluno, prevalece o conceito de modelo que este carrega e não a concepção adequada de modelo para a ciência. (MELO, 2002, p. 6).

Essa reflexão reforça o papel relevante do professor na mobilização do saber em sala de aula, mas, para isso, é importante que ele planeje bem as situações didáticas que permitam transpor didaticamente os saberes, e tenha a convicção sobre o que pretende ensinar, como pretende ensinar, com qual finalidade pretende ensinar e para quem pretende ensinar.

Apesar da influência de novas propostas de ensino e, mais recentemente, das orientações dos PCN e PCN+, percebe-se que a maioria dos livros didáticos aparenta contextualizar os saberes em sintonia com as novas exigências educacionais, mas na essência apresenta os saberes seguindo uma cronologia de fatos, com fragmentação de conteúdo, e desconexo da realidade, apresentando como consequência obstáculos epistemológicos e dificuldades de aprendizagem.

Nesse processo, é importante que formadores e professores, seja em formação inicial ou continuada, estejam engajados na busca



da melhoria do ensino de Química, sempre refletindo e questionado a *práxis*, e, com efeito, lançar alternativas para um ensino cada vez mais utilitário, contribuindo, desta forma, para a alfabetização científica de cada cidadão e cada cidadã.

Enfim, deve-se pensar na formação e prática do professor de Química em sua totalidade, sempre as considerando de forma contínua, inacabada, flexível e relacional. Segundo esse novo perfil, o professor deve conhecer a organização da escola em sua totalidade, contribuir para a organização curricular, compreender as diferenças, reconhecer que cada disciplina possui sua especificidade, desenvolver a habilidade de operacionalizar atividades interdisciplinares, dentre outros aspectos.

Nessa escola e com esse comportamento, certamente o professor estará preparado para enfrentar os desafios que envolvem o processo de ensino e aprendizagem. Será capaz de realizar a transposição didática dos saberes sem se distanciar do saber de referência e, mais, compreenderá a necessidade de os saberes serem mobilizados em sala de aula com a participação dos alunos.

Diante da identificação de lacunas na pesquisa que desenvolvi, sugiro que professores imbuídos no espírito da pesquisa lancem novas lentes sobre o objeto da transposição didática, a exemplo de uma investigação mais precisa do funcionamento do sistema didático, a fim de compreender melhor como ocorre a transposição didática interna dos saberes químicos por meio de uma pesquisa participativa, acompanhando as aulas, filmando, analisando, refletindo sobre as ocorrências em sala de aula e, desta forma, capturar o máximo de elementos possíveis que permitam fazer inferências sobre aproximações e/ou distanciamentos entre o saber ensinado e o saber científico, levando em consideração o contrato didático.



Outra possibilidade é analisar a influência da transposição didática externa no funcionamento do sistema didático, a partir dos documentos oficiais (legislação, PCN, PCN+, diretrizes curriculares), livros-texto e livros didáticos.

Isto posto, peço licença a você leitor para enaltecer o Centro de Excelência Atheneu Sergipense, que no ano da publicação desta obra está completando 150 (cento e cinquenta) anos de existência. Trata-se de um Centro de Excelência que possui papel de grande relevância na história sergipana, formando muitas gerações de estudantes, e acumulado ao longo desses anos práticas que foram cristalizadas e garantiram a esta instituição um lugar de memória.

Antes de (re)começar a escrita desta história, quero registrar os meus agradecimentos às valorosas professoras e aos brilhantes alunos do Centro de Excelência Atheneu Sergipense, que abraçaram a proposta da pesquisa que resultou nesta obra e contribuíram para reflexão da formação e atuação do professor de Química.

Como (re)começo proponho o debate contínuo dessa temática, e (re)afirmo que sempre é possível traçar a escrita de uma história para fazer educação Química por meio da alfabetização científica.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, José de Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Cad. Cat. Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

ANDRADE, Djalma. O curso de licenciatura em Química. In: ROLLEMBERG, Maria Stella Tavares e SANTOS, Lenalda Andrade (Orgs.). **UFS: História dos cursos de graduação**. Sergipe, p. 91-99, 1998.

ALMEIDA, Geraldo Peçanha de. **Transposição didática: por onde começar?** São Paulo: Cortez, 2007.

ASTOLFI, Jean Pierre; DEVELAY, Michel. **A didática das ciências**. Tradução de Magda S. S. Fonseca. Campinas-SP: Papyrus, 1990.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BIANCHI, José Carlos de Azambuja; ALBRECHT, Carlos Henrique; MAIA, Daltamir Justino. **Universo da Química: ensino médio**. V. Único, São Paulo: FTD, 2005.

BRASIL. Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio**. MEC, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares para a Educação Básica**. MEC, 2000.



\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Química**. Brasília: MEC, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394/96**. MEC, 1996.

BRASIL. Decreto Lei nº 26. 925, de 21 de julho de 1949.

BRASIL. Decreto Lei nº 32.766, de 14 de maio de 1953.

BROUSSEAU, G. Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino. São Paulo: Ática, 2008.

BROWN, T. L, BURSTEIN, B. E. e LEMAY, H. E. **Química: ciência central**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2005.

CANTO, Eduardo Leite do; PERUZZO Francisco Miragaia. **Química na abordagem do cotidiano**. 4ª ed. São Paulo, 2006. Vol 1.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2009.

CHAGAS, José Aécio Silva das. **Investigando o processo de transposição didática externa: o conceito de transformação química em livros didáticos**. Pernambuco, 2009. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

CHASSOT, Attico. **Para que (m) é útil o ensino?** 2. ed. Canoas: Ulbra, 2004.

\_\_\_\_\_. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2006.

\_\_\_\_\_. **Educação conSciência**. Santa Cruz do Sul, Ed. Edunisc, 2007.

\_\_\_\_\_. **Sete escritos sobre educação e ciência**. São Paulo: Cortez, 2008.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado**. Buenos Aires: Aique, 1991.

\_\_\_\_\_. Conceitos fundamentais da didática: as perspectivas trazidas por uma abordagem antropológica. In: BRUN, Jean (Org.). **Didactica das Matemáticas**. Lisboa, 1996. Instituto Piaget, 1992.

CHIZZOTTI, Antônio. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. 9 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CONCEIÇÃO, Claudileuza Oliveira de. **A escola de Química de Sergipe: o processo de formação de um campo profissional**. Sergipe, 2010. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Sergipe, 2010.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2009.

DUIT, R. **On the role of analogies and petaphors in learning science**. Science Education, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

EICHELER, Marcelo e DEL PINO, José Claudio. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Rev. Química Nova**, v.23, n. 6, p. 835-840, 2000.

GALAGOVSKY, Lydia e ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. Modelos y analogias en la enseñanza de las ciencias naturales: el concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las ciencias**, p. 231–242, 2001.

GALIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOIS, Jackson e GIORDAN, Marcelo. Construtor de objetos moleculares: uma ferramenta de construção e visualização molecular para o ensino a distância. In: **30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. São Paulo, 2007.

MAIA, Poliana Flávia; JUSTI, Rosária. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

JUSTI, Rosária. La enseñanza de ciencias basada em la elaboración de modelos. **Enseñanza de las ciencias**, 24(2), p. 173-184, 2006.

JUSTI, Rosária. Relações entre argumentação e modelagem no contexto da ciência e do ensino de ciência. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 31-48, 2015.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de**



**metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2009.

LEITE, Mirian Soares. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar.** 2004. Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004.

LEITE, Rita e DUARTE, Maria da Conceição. Percepções de professores sobre o conceito de analogia e de sua utilização no ensino-aprendizagem da Física e da Química. In: NARDI, Roberto e ALMEIDA, Maria José P. M. de. (Orgs.). **Analogias, leituras e modelos no ensino das Ciências:** a sala de aula em estudo. São Paulo: Ed. Escrituras, 2006.

LIBÂNIO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo, Cortez, 2007 (Coleção Questões da Nossa Época; v. 67).

MAAR, Juergen Heinrich. **Pequena história da química:** primeira parte dos primórdios a Lavoisier. Florianópolis: Papa-livro, 1999.

MALDANER, Otavio Aloísio. **A formação inicial e continuada de professores de química:** professor/pesquisador. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2006.

MARTINS, Jader Benuzzi. **A história do átomo:** de Demócrito aos quarks. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2001.

MELO, Marlene Rios. **Estrutura Atômica e Ligações Químicas:** uma abordagem para o Ensino Médio. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual de Campinas, 2002.

MIRANDA, Rayman Pérez, BADILLO, Rómulo Gallego e GARAY, Freddy Garay. A construção de modelos na formação inicial e continuada de professores de Química. In: NARDI, Roberto e ALMEIDA, Maria José P. M. (Orgs.). **Analogias, Leituras e Modelos no Ensino de Ciência:** a sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras, p. 141-159, 2006.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente.** 12 ed. São Paulo: Papirus, 1997.

MORAES, Roque, RAMOS, Maurivan Güntzel e GALIAZZI, Maria do Carmo. Aprender Química: Promovendo excursões em discursos da química. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloísio (Orgs.). **Fundamentos e Propostas de**

**Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil.** Ijuí: Unijuí, p. 191-209, 2007.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências.** Belo Horizonte, Ed. UFMG, 2000.

NÓVOA, A., GÓMEZ, A. P. e SCHÖN D. A. **Os professores e a sua formação.** Lisboa, Dom Quixote, 1992.

OLIVEIRA, Santos França; MELO, Noel Félix; SILVA, José Tatiano da; VASCONCELOS, Elder Alpes de. Softwares de Simulação no ensino de Atomística: Experiências Computacionais para evidenciar micromundos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 147-151.

PERRENOUD, Phillipe. **A prática reflexiva no ofício de professor:** profissionalização e razão pedagógica. Tradução de Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. **Formación de profesores y prácticas de enseñanza:** un estudio de caso, Huelva, Universidad, 1995.

PERUZZO, F. M e CANTO, E. L. do. **Química na abordagem do cotidiano.** 3ª. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

SANTANA, Rafael de Jesus, SOBRAL, Maria Neide; MACHADO, Samísia Maria Fernandes. Um discurso entre o paradigma educacional e a formação do professor de Química. **Revista Teias**, v. 14, n. 31, p. 166-179.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: Unijuí, 2003.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; SOUZA, Thiago Antunes. O desenvolvimento da pesquisa em educação e o seu reconhecimento no campo científico da química. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ**, v.2, n.1, p. 1-19, 2018.

SCHÖN, D. **Educando o Profissional Reflexivo:** um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 256 p.

SERGIPE. Lei nº 86, de 25 de novembro de 1948.



## DA FORMAÇÃO INICIAL À PRÁTICA DOCENTE

SERGIPE. Decreto-Lei nº 269, de 28 de fevereiro de 1967.

SOUZA, Vinícius Catão de Assis; JUSTI, Rosária da Silva; FERREIRA, Poliana Flávia Maia. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, p. 7 – 28, 2006.

SOUZA, Vinícius Catão de Assis; JUSTI, Rosária da Silva; FERREIRA, Poliana Flávia Maia. Analogias utilizadas no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a partir delas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 7-28, 2006.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

TARDIF, Maurice; MOSCOSO, Javier Nunez; SCHILLING, Cláudia. A noção de “profissional reflexivo” na educação: atualidade, usos e limites. **Cadernos de Pesquisa**, v. 48, n. 168, p. 388-411, 2018.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ZEICHNER, K. **A formação reflexiva de professores: idéias e práticas**, Lisboa, Educa, 1993.

