

**HÉLDER ETERNO DA SILVEIRA**

**A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO  
QUÍMICO EM SALAS DE AULA:  
O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS**

**SISBI/UFU**



1000208301

**UBERLÂNDIA-MG  
2003**

HÉLDER ETERNO DA SILVEIRA

MON  
872.854  
6587p  
TES/10EM

A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO  
QUÍMICO EM SALAS DE AULA:  
O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO.

**Linha de Pesquisa:** Saberes e Práticas  
Educativas

**Orientadora:** Professora Dra. Graça Aparecida  
Cicillini.

UBERLÂNDIA-MG  
2003

## FICHA CATALOGRÁFICA

S587p Silveira, Hélder Eterno da, 1975-  
A produção do conhecimento químico em salas de aula : o ensino de  
modelos atômicos / Hélder Eterno da Silveira. - Uberlândia, 2002.  
95f.  
Orientador: Graça Aparecida Cicillini.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pro-  
grama de Pós-Graduação em Educação.  
Inclui bibliografia.  
1. Química - Estudo e ensino - Teses. 2. Professores de química -  
Estudo e ensino (Educação permanente) - Teses. 3. Química - Formação  
de professores - Teses. 4. Modelos atômicos - Teses. I. Cicillini, Graça  
Aparecida. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-  
Graduação em Educação. III. Título.

CDU: 372.854

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

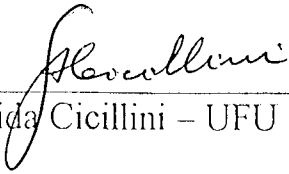
Hélder Eterno da Silveira

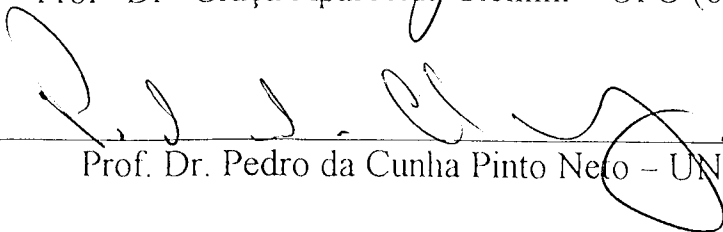
A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO EM SALAS DE AULA:  
O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS.

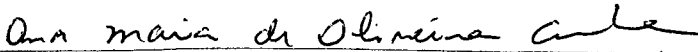
Dissertação aprovada em 30 de Janeiro de 2003 para obtenção do título de  
Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Saberes e Práticas Educativas.

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>ta</sup> Dr.<sup>a</sup> Graça Aparecida Cicillini – UFU (orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Pedro da Cunha Pinto Neto – UNICAMP

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>ta</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Maria de Oliveira Cunha - UFU

Aos pilares de minha existência: **José Caixeta** (saudades eternas) e Selma Lúcia; Sebastião Caixeta e Olga Maria. A vocês devo todo esforço, carinho e amor, que à luz do exemplo me fizeram o que sou. Que brilhe, em mim, cada um de vocês...

## Agradecimentos

Este momento é muito especial. É como se o ritmo da música, tivesse mudado, e agora toca algo bem diferente, mais calmo daquilo que antes me embalava. Tenho tantas pessoas que me acompanharam nestes ritmos, que gostaria de me lembrar de todas e manifestar minha gratidão.

A Deus que tem todo significado desta caminhada e em minha vida. Obrigado pois sou capaz em Ti, pois posso tudo Naquele que me fortalece. (Fil. 4,13)

A minha família, que vem ao longo dos anos demonstrando-se tão presente em minha história, especialmente a Lucinha que pacientemente esteve comigo. Beijos no coração de vocês, meus irmãos, sobrinhos, primos, tios e... (são tantos). Meu muito obrigado!

A minha tão querida Graça. Soube ser minha amiga, confidente e orientadora. Até nas divergências pude crescer contigo. Sou muito grato por tua graça nestes tempos, Cicillini.

A meus colegas do mestrado. Sofremos juntos e estamos terminando esta jornada juntos. Temos o que festejar... A vocês quero partilhar de minha alegria.

Ao meu amigo Sirvaldo Domingos. Sei que olha e torce por mim. Você deu um colorido todo especial neste mestrado, e agora brilha em outros lugares. Saudades amigo. Esta vitória também é sua...

Ao irmão de profissão, Fábio Faria. Sempre partilhamos nossas vitórias, e esta é mais uma da nossa lista. Grande abraço.

A querida Silvana Guilardi. Minha amiga do coração, que tenho apreço. Obrigado por estar presente em minha história.

Ao Fábio Marinho e Murilo Nasciutti. Vocês foram inspirações desta dissertação. Obrigado por dividir este momento.

À Andréia Nalesso, “my love”, que esteve todos os dias me incentivando, e sendo um pedaço de mim, fora de mim. Amo-te.

Aos amigos que hoje estão longe, mas que sabem de mim, e ligam preocupados comigo: Vinícius Del Bianco e família, Humberto de Ávila e Valéria, Adriano Faria, Fábio e Simone, Léo, Marinez Duarte, Vanessa, Vaneska, e tantos outros que eu estimo muito. Estou de volta.

A Selma, minha amiga que mais partilhei as experiências do mestrado. Foi muito bom ser você. Obrigado pelo apoio.

Ao amigo José Sardella que me acompanhou durante este processo, cuidando de minha saúde emocional e psíquica, meu muito obrigado.

Ao Programa de Mestrado em Educação. Pude aprender muito e cresci ainda mais. Obrigado a todos.

A professora Ana Cunha (UFU) e professor Pedro Pinto (UNICAMP), pelo aceite em participar da banca de defesa.

## RESUMO

**Palavras-chave:** ensino de química, produção do conhecimento escolar, modelos atômicos

A Química contribui significativamente para a formação de cidadãos, por meio de um ensino que contemple as dimensões epistemológicas desta ciência, contextualizada e estruturalmente organizada. Este saber é tratado em sala de aula nos níveis: fenomenológico, teórico e representacional. Na explicação das situações fenomênicas, utilizam-se modelos, que são representações da realidade, possuindo suas limitações e provisoriedades.

O objetivo deste trabalho é analisar a produção do conhecimento escolar, visando os Modelos Atômicos, por serem ordenadores do saber químico. Para coleta dos dados foram realizadas observações de aula de dois professores do ensino médio, seguida de entrevistas com estes docentes.

Verificamos um certo despreparo dos docentes em lidar com os Modelos nas aulas de Química. Estes, são tratados pelos professores como realidades, desconsiderando aspectos referentes à limitação, provisoriedade e historicidade de suas elaborações. Os docentes abordam a Química dando ênfase às simbologias desta ciência que são distantes da realidade dos aprendizes.

Neste sentido, é questionável a produção do saber químico, que se pauta numa proposta tradicional, inadequada a situação escolar presente. É necessário, repensar as práticas docentes e o processo de formação inicial e continuada dos professores.



## ABSTRACT

**Keywords:** Chemistry teaching, forming school knowlwdge, atomic models

Chemistry contributes significantly to citizen development by means of a teaching that contemplates the epistemologic dimensions of this science, organized contextually and structurally. This knowledge is considered in the classroom at the phenomenological, theoretical and representational levels. To explain the phenomenical situations, models, which are representations of reality, having their limitations and temporary nature, are utilized.

The aim of this study is to analyze the formation of school knowledge, focalizing the atomic models, as these are the influencing characters in chemical knowledge. Data was collected by attending the classes of two high school level teachers, interviewing them right after their classes. A certain lack of preparation was verified on the part of the teachers in the use of models in the chemistry classes. These were treated by the teachers as if they were realities, disconsidering aspects related to limitations, temporariness and historicity of their explanations. The teachers approach chemistry emphasizing the symbologies of this science which are far from the realities of the students.

In this context, the formation of chemical knowledge which is outlined in a traditional fashion, inadequate to the present needs of the scholar, is questionable. A revision of teaching practices and the initial and progressive formation of the teachers are necessary.

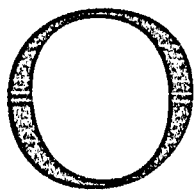
## SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....		01
Capítulo Um	CAMINHO METODOLÓGICO.....	09
Capítulo Dois	A QUÍMICA E SEU ENSINO.....	16
2.1	Reflexões sobre a Química.....	16
2.2	Tendências metodológicas do ensino de Química no Brasil.....	18
Capítulo Três	MODELOS E MODELAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA .....	26
3.1	Modelos: reflexão epistemológica e o ensino.....	26
3.2	Modelos Atômicos e o Ensino de Química: reflexões e tendências metodológicas.....	30
3.2.1	Linguagem Química.....	30
3.2.2	Construção de Modelos Atômicos.....	32
3.2.3	Provisoriedade e limitações dos modelos.....	35
3.2.4	Abordagem histórica na produção do conhecimento.....	37
Capítulo Quatro	A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO EM SALA DE AULA.....	40
4.1	Ambiência escolar e os professores de Química.....	40
4.2	Aula de Química em foco: a apresentação do conteúdo.....	45
4.2.1	Modelos Atômicos abordados de forma dispersa nos conteúdos de Química.....	45
4.2.2	Modelos Atômicos abordados como tópico específico de conteúdo.....	53
4.3	As formas de abordagem.....	56
4.3.1	Tendências metodológicas das aulas observadas.....	57
4.3.2	Aspectos históricos na produção de Modelos Atômicos.....	59
4.3.3	Material didático utilizado.....	72
4.3.4	Analogias.....	75
4.3.5	Concepção dos professores sobre Modelo Atômico.....	80

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
ANEXOS.....	93
Anexo <i>Transcrição das aulas</i> .....	i
01 Escola 01 .....	ii
Escola 02 .....	vi
Anexo <i>Plano de Curso</i> .....	xiv
02 Professor Fábio .....	xv
Professora Teresa .....	xviii
Anexo <i>Roteiro de Entrevista</i> .....	xxiii
03 Professor Fábio .....	xxiv
Professora Teresa .....	xxvii

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

"Faz-se Ciência com fatos, como uma casa com pedras; porém uma acumulação de fatos não é Ciência, exatamente como um montão de pedras não é uma casa" Henri Poincaré (1853 - 1912) (apud SILVEIRA 2000).

interesse pelo presente trabalho surgiu a partir de minha observação na prática de magistério e de leituras sobre a produção do saber químico e como seu alcance gera cidadãos que se posicionem diante de momentos que requeiram tais conhecimentos. Esta investigação representa a continuidade e aprofundamento das reflexões sobre o Ensino de Química em escolas de nível fundamental e médio, já desenvolvidas no exercício da docência, bem como no aperfeiçoamento dos estudos desse tema na especialização. Tal estudo<sup>1</sup> buscou verificar as disposições e distorções conceituais veiculadas em materiais didáticos apostilados do ensino fundamental, dando ênfase à temática de Modelos Atômicos no ensino de Química.

Alguns trabalhos, referentes à construção destes modelos em materiais didáticos, ou mesmo na produção do conhecimento em sala de aula,<sup>2</sup> vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos. Tal campo de investigação é importante no sentido da amplitude do ensino de Química, pois são ainda insuficientes as pesquisas destinadas a esta área (SCHNETZLER, 1995, p.27).

As investigações em sala de aula têm possibilitado reflexões a respeito do processo educativo, seja ele, em nível metodológico dos conteúdos específicos, ou mesmo pelos diversos interferentes relacionados à educação escolar. O ensino tem fundamental importância no interior da sala de aula, pois é lá que acontece a

<sup>1</sup> VER: SILVEIRA, H.E. *A construção do conhecimento químico em apostilas do ensino fundamental*. 2000. 98 f. Monografia (Especialização em Educação para Ciência) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

<sup>2</sup> (MORTIMER, 1995; CHASSOT, 1996; ROMANELLI, 1996; BELTRAN, 1997; TOMA, 1997; GIORDAN, 1999, SILVEIRA, 2000)

complexidade educativa, nas relações humanas, de poder, metodológicas, didáticas e formativas. A análise desta ambiência pode se dar sob diversas vertentes, sendo que as congruências delas permitem traçar um perfil da real situação educativa no país.

Para Oliveira (1995, p. 35), o ensino deve ser entendido como trabalho didático produzido socialmente pelo ser humano, como práxis, e que possui sua expressão nuclear na sala de aula. Na escola, ocorre todo o movimento existente na sociedade, seja ele de luta de classe, seja de disputa de poder; e este movimento tem uma convergência direta naquele espaço. Segundo Oliveira (1995, p. 40),

a sala de aula se configura um espaço privilegiado de interação pedagógica que pode impedir ou favorecer a efetivação de propostas inovadoras e/ou transformadoras, e que servem de instrumento mediador entre os fatores estruturais da sociedade e a construção de sujeitos sociais que são por eles condicionados mas também atuam sobre eles.

Os processos inovadores citados pela autora são de cunho tanto metodológico sobre um determinado conteúdo específico, quanto sob as perspectivas sociológicas da função do ensino e os reflexos deste na sociedade. Assim, a abordagem de conceitos químicos caracteriza-se como uma (re) elaboração constante feita na sala de aula. Esta é influenciada pelas diversas pesquisas realizadas neste contexto educativo, que tendem a conduzir tal aprendizagem não apenas a formular questões específicas do conteúdo, mas levar ao educando possibilidades questionadoras do meio em que vive, das relações de luta nesse meio numa visão revolucionária de democratização da educação para as classes populares.

Os sujeitos sociais destacados pela autora supracitada constituem-se como agentes questionadores e transformadores da sociedade. A efetivação desta idéia passa, portanto, por uma profunda reformulação educacional. Consoante a essas propostas, o conhecimento não pode ser visto apenas como um amontoado de dados a serem transmitidos na escola por estarem presentes na grade curricular. Que tipo de conhecimento interessa, e, especificamente, como se dá a produção deste conhecimento da ambiência escolar: a sala de aula? Como a produção do

conhecimento químico pode favorecer a conquista de uma sociedade mais igualitária e justa? Ou como apreender os conceitos químicos para possibilitar uma aprendizagem real e transformadora, com impactos na sociedade que a detém? Não é objetivo do trabalho o esclarecimento de todas estas questões, todavia, a somatória das reflexões das investigações educativas, podem colaborar na formulação de possíveis propostas para a melhoria do ensino.

A educação é o meio pelo qual acredito dar minha parcela de ajuda na constituição de uma sociedade consciente. Porém, para isto, é necessário um constante questionamento sobre o que seja educação e sua real necessidade.

Para Martins (1990, p.75),

a educação é um processo de atuação sobre o indivíduo a fim de levá-lo a um estado de maturidade que o capacite a se encontrar com a realidade de maneira consciente, equilibrada e eficiente, e nela agir como cidadão participante e responsável.

Nesta perspectiva, o alcance à educação é almejado pelos diversos educadores que se preocupam com a construção do conhecimento, e, nesse sentido, a busca pela melhoria do ensino é uma vertente constante nos projetos educacionais. Tais projetos visam a benefícios a longo e médio prazo para aprendizagem do conhecimento, o que favorece não apenas o educando, como também a toda a sociedade.

Segundo Schnetzler (1995, p.28), pesquisar o ensino de Química tem uma profunda importância a partir do momento em que as pesquisas nessa área versam, em sua maioria: sobre o desenvolvimento curricular e de novos materiais de ensino e técnicas instrucionais; sobre a identificação de como os alunos entendem e atribuem significados às idéias Químicas; sobre a proposição e a avaliação de modelos, identificando variáveis que afetam o ensino e a aprendizagem para o aperfeiçoamento em sala de aula.

No curso de especialização realizado, identifiquei as disposições e distorções conceituais de Química em apostilas do ensino fundamental. São ainda insuficientes as pesquisas destinadas à análise de material didático, porém considero que esses

são recursos utilizados pelos (as) professores (as) e aluno (as) em sala de aula, e lá está o lócus central da produção do conhecimento escolar.

A esse respeito, algumas considerações são importantes. Segundo Cicillini (1997, p. 29), o conhecimento escolar, entendido como a complexa interação entre as diferentes formas de saber, não corresponde à transmissão direta do saber erudito, estando sujeito a pressões sociais, econômicas, políticas e culturais.

Entretanto, existe uma subjetividade no ato de ensinar que esconde algumas relações sociais negociadas no processo ensino-aprendizagem. O saber erudito é ponto de partida para a constituição de um pensar ativamente. Porém este saber está sujeito a variáveis de tal complexidade, como aquelas citadas por Cicillini, que o modificam. As relações em sala de aula, a concepção de um determinado assunto, o pensar o currículo como confluente de condições sócio-político-econômicas, e até mesmo o entendimento da sala de aula como reprodutora ou questionadora de idéias previamente postas, são norteadoras do trabalho didático pedagógico a ser desenvolvido na escola e, especificamente, na sala de aula.

O objetivo desta pesquisa se configura justamente pela proposição da sala de aula como esse espaço privilegiado de trocas e relações de conhecimento. Assim, esse estudo visa analisar como o saber químico tem sido produzido em salas de aula do ensino médio da rede pública. O conteúdo escolhido para esta análise foi Modelos Atômicos, devido a sua importância na construção dos conceitos em Química. Tal temática, presente na grade curricular do 1º ano do ensino médio, está inserida nos conteúdos seguintes desta ciência nas séries posteriores e mesmo no ensino superior.

O foco principal da pesquisa está na concepção do professor sobre o conceito de modelo e Modelos Atômicos e como estes são produzidos em sala de aula. Aspectos que permeiam a construção deste conhecimento são considerados na pesquisa, tais como: relação professor-aluno, influências externas à aula, tempo disponível de aula, experimentação e aspectos didático-metodológicos do ensino deste assunto. É importante ressaltar que não há uma fórmula prévia no ensino de

Modelos Atômicos que sirva de medida e análise do conteúdo a ser estudado. Nem é proposta desta investigação criar padrões de ensino sobre este assunto. Nesta perspectiva, não busco, na sala de aula investigada, o “certo” ou “errado”, ou “verdadeiro” ou “falso”. É na possibilidade de cada profissional do ensino, seu currículo oculto, sua formação inicial e continuada que se encontram explicações de como este se posiciona frente a uma determinada temática, direcionando-o de uma maneira ou outra.

As pesquisas realizadas no interior de sala de aula, no que tange à produção do conhecimento são norteadoras desta investigação, sendo os apontamentos e proposições realizadas neste texto dissertativo tentativas de compreender as condições da construção do saber químico escolar.

Tenho percebido, mediante a experiência no magistério, a forma tradicionalista como vem sendo abordado o ensino de Química. Em geral, o conhecimento é “transmitido” de forma pronta e acabada, sem permitir que o (a) aluno(a) consiga visualizar a amplitude das situações que levam à construção dos diversos conceitos químicos. O estudo dos modelos em Química, por exemplo, é tratado sem levar em consideração as diversas contribuições histórico-sociais e mesmo científicas em sua elaboração.

Ciscato; Beltran (1991, p. 14) consideram fundamental, na compreensão de como os modelos foram e são elaborados, que os alunos e as alunas vivenciem situações em que eles mesmos tenham a oportunidade de observar os fenômenos e elaborar as explicações. Dessa forma, continua o pesquisador, eles podem perceber a abrangência e as limitações de um modelo. Não se trata de construir novamente todo o conhecimento químico, mas de vivenciar situações em que são necessários raciocínios, nos quais os processos de proposição de explicação e recolhimento das observações de um fenômeno devem ocorrer de forma correlacionada.

Tais fenômenos químicos são explicados com base em modelos. Muitas vezes, a compreensão desses modelos exige de nossos alunos e alunas abstrações muito difíceis, principalmente para iniciantes do ensino médio. Porém, cada vez que



os discentes conseguem compreender como o modelo explica o fenômeno e perceber as limitações de um determinado modelo, eles estarão dando passos seguros em direção à aquisição de uma autonomia de raciocínio altamente desejável nos estudantes em geral e no de Química em particular. Beltran, 1997, p. 14, destaca:

O relato linear sobre a sucessão dos modelos atômicos consagrados não permite aos alunos compreender os processos envolvidos em suas elaborações. Entretanto, a vivência de situações em que tenham a chance de transitar entre os fenômenos observáveis e o inobservável universo dos modelos possibilita aos alunos a compreensão dos caminhos e descaminhos percorridos na história da Química.

A escola é o lugar eleito socialmente para a produção de certos tipos específicos de conhecimento, e aí a construção dos conceitos é permeada por diversos fatores mediante os quais o indivíduo concebe o fenômeno, tais como suas experiências, vivências e história de vida. O relato linear dos modelos limita a ação interativa do aprendiz com o fenômeno, o que pode gerar concepções errôneas sobre o objeto em estudo. Concordo com Romanelli (1996, p. 27), ao afirmar que professor e aluno refletem seu contexto histórico e geográfico, trazendo experiências de vida diversas, decorrentes de suas interações sociais e com o mundo.

A autora afirma que essa diversidade torna inevitável a existência de visões diferenciadas sobre os fenômenos que os circundam, uma vez que o objeto de conhecimento não está solto no tempo e não é independente da história. Disso resulta a necessidade de uma intensa negociação de significados em sala de aula.

O conhecimento produzido em sala de aula configura-se em diferentes nuances daquele científico e acadêmico. Tal fato deve ser levado em consideração para a compreensão de como se dão as transformações do conhecimento erudito para o escolar. Para Cicillini (1997, p. 6), o saber científico, originalmente produzido pelos cientistas, e aquele produzido e veiculado na escola encontram diferentes padrões de produção na sociedade atual. Ela afirma que tais elaborações, podem estar representadas tanto pelo trabalho de pesquisadores, de professores, de elaboradores de material de divulgação científica quanto pelo trabalho de produtores de materiais didáticos, dentre outros.

Nesse sentido, deve-se observar que parte das elaborações científicas são apropriadas pela sociedade, mas isso não ocorre do mesmo modo pelo qual esse saber foi produzido; há uma espécie de tradução desse conhecimento ao ser divulgado na sociedade. Cicillini (1997) expõe que, essa tradução pode ocorrer de modo diferente, gerando novas formas de conhecimento, dependendo do grupo social que esteja utilizando este saber.

Chevallard (1985, apud CICILLINI, 1997, p.6) conceitua esse processo de tradução como *Transposição didática* e o define como

O trabalho de se fabricar um objeto de ensino, ou seja, fazer um objeto de saber produzido pelo cientista ser objeto do saber escolar. Segundo ele, para que isso ocorra, o saber original sofre profundas transformações, que vão muito além de uma mera simplificação dos códigos científicos com o intuito de aproximá-lo dos iniciantes. Na verdade, a Transposição didática começa bem antes da escola, lá na esfera onde o saber é originalmente produzido.

Assim, com o objetivo de investigar a produção do conhecimento químico em salas de aula, analisando a temática "Modelos Atômicos", levando em consideração as transposições didáticas e que o objeto de conhecimento não está solto no tempo e na história, a pesquisa visou à verificação de como o saber químico, vem sendo desenvolvido na escola, com todas as contingências pertinentes ao processo educacional no ensino médio para elaboração de modelos teóricos.

O trabalho está organizado em quatro capítulos. O capítulo um, apresenta o caminho metodológico. Algumas reflexões sobre a metodologia utilizada foram conduzidas em conformidade com os objetivos da pesquisa.

O capítulo dois traz uma reflexão sobre a Química e seu ensino. Alguns aspectos peculiares a educação em Química no Brasil são igualmente apresentados, na tentativa de compreender pressupostos da produção deste conhecimento no país, bem como as tendências metodológicas da abordagem deste saber.

O capítulo três aborda reflexões epistemológicas sobre modelos no ensino de ciências e de Modelos Atômicos no ensino de Química. Algumas tendências sobre a produção deste saber são também contempladas, o que servirá posteriormente como

auxílio teórico na compreensão dos dados.

O capítulo quatro trata da análise da produção de Modelos Atômicos, tendo como suporte de estudo a triangulação entre a observação direta em sala de aula, as entrevistas com os professores e os documentos (planos de curso, apostilas e livros didáticos). São abordados, neste capítulo, a ambiência escolar, os professores de Química investigados, o momento em que aparecem os Modelos Atômicos durante a produção do conhecimento, as formas de abordagem desta temática e alguns aspectos peculiares em torno da sala de aula.

As considerações finais apontam para algumas reflexões sobre o trabalho docente na construção do saber de acordo com a realidade educacional da sala de aula. As referências bibliográficas e os anexos também são apresentados a seguir.

Espero que estas reflexões possam auxiliar no entendimento de como vem sendo produzido o conhecimento químico na sala de aula, para, assim, surgirem propostas inovadoras para a construção de um saber mais significativo e de maior relevância social.

## Capítulo Um

### CAMINHO METODOLÓGICO

"A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciências é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos". Attico Chassot (2000)

**C**ertamente, este momento de construção metodológica é muito importante para o fazer pesquisa. Tudo aquilo que seria desenvolvido inicialmente foi pensado de maneira meticulosa. Mas nem tudo é passível de previsão, principalmente no que diz respeito à sala de aula. O que vai ser feito lá dentro? Como proceder à observação? E os dados? Como interpretá-los? O objetivo da pesquisa estava claro, e o caminho metodológico iria se constituindo ao longo do desenvolvimento da investigação, mas, mesmo assim, essa construção e os pressupostos teóricos que sustentariam este labor foram-se avultando no início do processo investigativo. Nessa perspectiva, e sem a pretensão de fechar-nos às diversas possibilidades metodológicas, fazemos aqui uma reflexão sobre a investigação em sala de aula, os métodos e técnicas utilizadas, a coleta de dados, a seleção das escolas e dos docentes estudados, bem como a apresentação de algumas assertivas que sustentem teoricamente a pesquisa realizada.

Um passo importante na definição do caminho metodológico dá-se na relação deste com o objetivo da pesquisa, a qual retomamos neste momento. É proposta da investigação compreender a produção do conhecimento químico em sala de aula, sobre Modelos Atômicos. Tal pesquisa, realizada, portanto, no interior da escola, visa entender os caminhos metodológicos utilizados por professores de Química no

que tange a modelos atômicos, bem como a concepção destes em relação ao assunto estudado e a maneira como esse saber é produzido na ambiência escolar.

A pesquisa está inserida nos métodos qualitativos de investigação sobre o ensino. Tal análise se põe no bojo do que Wittrock (1989) chama de método investigativo-interpretativo, com enfoque na etnografia e no estudo de caso. Esse autor destaca a observação como um método de investigação, diferenciando este da técnica observacional. Para ele, a distinção ocorre na concepção e postura do investigador frente ao estudo desenvolvido.

O que faz que dado trabalho seja interpretativo ou qualitativo é referente ao enfoque e à intenção substancial, e não ao procedimento de recompilação de dados, é dizer, que uma técnica de investigação não consiste em um método de investigação. (p. 196)

O autor exemplifica, destacando pesquisas realizadas por investigadores de diferentes orientações. Assim, para Wittrock, pesquisadores com orientações positivistas, que utilizam a técnica da observação, apresentarão dados que excluem deliberadamente o interesse pelos significados imediatos das ações do ponto de vista dos atores. Já os investigadores não positivistas, de cunho interpretativo, procurarão a causa dos fatos e como os significados imediatos (com freqüência intuitivos) das ações são de fundamental interesse para os atores que participam desse processo.

Os pressupostos teóricos que fizeram a pesquisa presente situar-se no campo investigativo-interpretativo estão justamente na reflexão sobre os dados, buscando colocar em diálogo a indução e a dedução, não descartando questões novas que iriam aparecendo ao longo da observação, dando enfoque aos atores pesquisados, suas perspectivas, aspirações, e, pela análise dos acontecimentos conforme eles surgiam, sem serem modificados ao longo da interpretação. Segundo Wittrock (1987, p.199),

A investigação de campo interpretativa exige ser especialmente cuidadoso e reflexivo para advertir e descrever os acontecimentos cotidianos no cenário de trabalho e para tratar de identificar o significado das ações desses acontecimentos desde os diversos pontos de vista dos próprios atores.

Em relação ao que o autor supracitado levanta como questão de caráter

metodológico, sobre o “ser cuidadoso e reflexivo”, ressaltamos as tendências etnográficas desta análise. A sala de aula, como um espaço privilegiado, no que tange à produção de conhecimento e sua negociação, configura-se num limite de investigação em que a etnografia se aplica de forma satisfatória para realização do trabalho.

Rockwell apresenta duas diferentes posições acerca da concepção de etnografia, e que são discutidas por Oliveira (1995, p. 51):

Uma delas defende a etnografia como uma mera descrição, limitando-a ao âmbito do “processo de coleta de matéria-prima”, desprovido de teoria. Outra “reconhece a imbricação do trabalho teórico na tarefa descritiva”. Para este segundo grupo, a descrição etnográfica não se reduz a um reflexo da cultura estudada, implicando um processo de construção de um objeto de estudo em que a teoria está presente, desde o levantamento de questões até a observação e a interpretação da realidade estudada.

Sobre as concepções supramencionadas, valemo-nos daquela que utiliza diversas questões teóricas, desde a coleta de dados, até suas interpretações, pois, assim, o enriquecimento da análise seria maior, bem como por acreditarmos que, dessa forma, as possíveis considerações a serem levantadas seriam melhor sustentadas pelo arcabouço teórico. Acreditamos, também, que, num trabalho dissertativo desse teor, o diálogo constante com a literatura favorece a interpretação dos dados, à medida que estes vão aparecendo na pesquisa, o que implica dizer que, em todos os momentos da investigação, recorreremos às fontes literárias para nos valermos de uma análise segura e possibilitadora de reflexões sobre o ensino de Química.

O conteúdo selecionado para análise é “Modelos Atômicos”. A complexidade deste tema é fruto de sua abstração e está presente nas diversas representações da Química como ciência e conhecimento escolar. Assim, a análise desse conteúdo, as considerações metodológicas, a linguagem química, a forma como esta temática se relaciona com o momento histórico de produção, a presença dos modelos nos diversos assuntos abordados pelos professores, a explicação do uso de um modelo e não o outro, e mesmo a esclarecimento do que seja o próprio termo *modelo* são bases

do texto dissertativo. Valemo-nos do pensamento de Oliveira (1995, p. 50) para referendar esta posição.

A preocupação básica não é com a produção de dados normativos sobre a situação geral da interação na sala de aula, mas, sim, com a descrição e a compreensão dos múltiplos significados presentes na dinâmica de uma dada situação de sala de aula analisada.

Os múltiplos significados que possibilitam a reflexão sobre a construção do conhecimento químico sobre Modelos Atômicos são motivos de análise, na tentativa de propor uma forma de um pensar metodológico sobre a temática investigativa proposta.

No desenvolvimento dessa reflexão, utilizamos como referência metodológica a pesquisa realizada por Cicillini (1997) intitulada: "A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo". A autora desenvolveu pesquisa na rede pública de ensino, analisando o conteúdo específico de Evolução, presente na terceira série do ensino médio. Também analisou o conteúdo de Seres Vivos, desenvolvido na primeira série, visto que este apresenta aspectos referentes à Evolução, pois considera que essa teoria é ordenadora da Biologia.

O conteúdo selecionado para esta pesquisa foi "Modelos Atômicos", inserido na primeira série do ensino médio. De acordo com os programas fornecidos pelos professores, este assunto está presente no primeiro bimestre letivo, porém aparecem em todos os conteúdos de Química. Como seria necessário delimitar o objeto de estudo, preferimos tratar diretamente com as questões conceituais-metodológicas na produção dos modelos e buscar compreender como o professor entende e desenvolve essa temática. Assim, o foco da pesquisa está na relação professor-conteúdo, uma vez que o docente é direcionador do trabalho de construção conceitual em sala de aula, e mantém uma certa autonomia na forma como dado conteúdo vai ser tratado no interior da sala. É importante ressaltar que essa "autonomia" é condicionada a pressões curriculares, cuja construção ocorre meio a conflitos de diversas espécies na sociedade. (SILVA, 1999; SACRISTÀN, 1998)

A princípio, foi selecionada uma escola onde seria realizada a pesquisa, sendo que o professor cujas aulas foram acompanhadas era efetivo e tinha, segundo a vice-diretora, posturas políticas revolucionárias no interior da escola, tendo sido seu diretor. Alguns encontros, para entrevistas semi-estruturadas com esse docente, foram realizados no desenvolvimento desta pesquisa.

Inicialmente, pensamos em trabalhar com um docente que desenvolvesse o tema em estudo, e que tivesse, no mínimo, cinco anos de experiência no ensino de Química. Como o foco da investigação acontece na relação professor-conteúdo, bastaria, para isto, um profissional da área que se disponibilizasse em colaborar com a pesquisa. Com o campo de trabalho delimitado, ou seja, a escola já selecionada, o professor escolhido e a sala de aula eleita; preocupamo-nos então, com a forma de registro.

Optamos coletar os dados via observação direta, tanto dentro como fora da sala de aula; entrevista – visando à complementação dos registros das observações realizadas; a coleta e a análise de documentos referentes ao objeto de estudo. Estes documentos, como apostilas, livros didáticos e planos de curso, são materiais utilizados pelo professor na produção do saber escolar, todavia, o foco principal estava no fazer metodológico do docente na sala.

O período de observação foi de aproximadamente um mês e meio do primeiro bimestre do ano letivo, tempo em que o professor desenvolveria além de outras temáticas, os Modelos Atômicos. Este período foi condicionado a fatores como replanejamento no proceder do conteúdo pelo professor, datas reservadas à avaliação, atividades desenvolvidas pela escola, bem como algumas eventualidades (paralisação escolar, e greve dos servidores públicos estaduais).

A observação foi realizada em março e abril de 2002, sendo acompanhadas 15 aulas de um professor de Química que havia aceitado integrar-se ao desenvolvimento da pesquisa em outubro de 2001, quando foi feito o contato com a escola e o docente. Tal professor mostrou-se interessado em colaborar com o desenvolvimento da pesquisa, porém percebemos um progressivo desinteresse



quando lhe foi comunicada a forma de registro em sala de aula. A proposta era o acompanhamento no interior da sala, sentado em uma carteira escolar no fundo desta, para não chamar muito a atenção dos alunos e alunas, sendo, então, feitos registros no caderno de campo e gravações. Nas gravações, utilizamos aparelho tipo Panasonic RQ - L10, à pilha.

A forma de registro apresentada ao professor não agradou a ele, sendo que se mostrou contrário a gravar as aulas, pois, segundo ele, se sentiria em uma situação desconfortável. Assim, respeitado o pensamento do docente, registramos as aulas apenas com o caderno de campo.

As aulas do professor não foram gravadas, levando-nos a buscar outro docente de uma segunda escola que aceitasse gravar sua fala. O registro em gravador poderia apresentar algumas vantagens em relação àquele feito no caderno de campo.

Dessa forma, a presente pesquisa foi desenvolvida em duas escolas públicas (E1 e E2) com observação de aulas de dois docentes. Na escola E1, foram acompanhadas 15 aulas do Professor Fábio, apenas com caderno de campo. Na segunda escola (E2), 6 aulas da Professora Teresa<sup>3</sup>, (suficiente para o desenvolvimento da temática escolhida na pesquisa), com caderno de campo e registro em gravador.

Os parâmetros selecionados para analisar os dados da pesquisa foram dois: a *Apresentação do conteúdo* e as *Formas de abordagem*.

Dentro da *Apresentação do conteúdo*, analisamos o momento em que os professores utilizavam os Modelos Atômicos. Para isto, construímos dois sub-parâmetros:

- a análise dos Modelos Atômicos dispersos nos conteúdos de Química;
- o estudo de Modelos Atômicos como um tópico de conteúdo.

Nas *Formas de abordagem*, levantamos questões relacionadas à produção dos

---

<sup>3</sup> Os nomes dos professores, Fábio e Teresa, são fictícios, resguardando portanto a identidade dos atores.

Modelos Atômicos. Nesse contexto, destacamos:

- tendências metodológicas;
- aspectos históricos na produção de Modelos Atômicos;
- material didático utilizado;
- analogias;
- concepção dos professores sobre Modelos Atômicos.

Além destes parâmetros, foi realizado um estudo da ambiência escolar e os professores de Química, considerando que estes mantêm estreitas relações com a maneira que os diversos conteúdos escolares são abordados.

Para análise dos dados segundo os parâmetros acima, utilizamos a triangulação entre a observação, a entrevista e a análise documental, sendo a confluência e o cruzamento das informações obtidas por tais instrumentos suficientes para a reflexão em torno da produção do conhecimento químico sobre Modelos Atômicos em sala de aula.

## Capítulo Dois

### A QUÍMICA E SEU ENSINO

"Aprender ciências requer que as crianças e adolescentes sejam introduzidos numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo." Driver; Mortimer (1999)

#### 2.1. REFLEXÕES SOBRE A QUÍMICA

Um dos aspectos interessantes da Ciência Química é a sua importância para toda a sociedade. Dispor deste conhecimento ajuda o cidadão a posicionar-se em relação a inúmeros problemas da vida moderna, como poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias-primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e agrotóxicos, fabricação e uso de medicamentos, importação de tecnologias, dentre muitos outros. Além disso, conhecer os diferentes materiais e suas ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicações, permite traçar paralelos com o desenvolvimento social e econômico de um país, no que tange à utilização de seus recursos.

O desenvolvimento da Química, nessa perspectiva, traz benefícios ao crescimento científico e tecnológico à sociedade que invista nesta Ciência. Vários são os exemplos que podem ilustrar esse fato. O estudo do "mundo atômico" pode trazer benefícios, como a energia nuclear, ou mesmo destruições, como ocorreu na 2ª Grande Guerra Mundial com a descoberta e utilização da bomba atômica. As aplicações dos radioisótopos no campo da ciência médica e farmacêutica, para evitar e curar doenças como câncer, bem como os usos na biotecnologia, estudos metabólicos, estudos da função hepática, determinação de volume plasmático e sanguíneo, paliativo de dor em metástase óssea, dentre tantas outras aplicações da

energia do núcleo de átomos<sup>4</sup>. Não bastassem essas aplicações da evolução da Química, temos ainda sua importância nas questões ambientais de caráter, até considerados urgentes, de recursos naturais, como o aproveitamento da água, do ar, do solo; o que, de certa maneira, tem comprometido a qualidade de vida no planeta. Várias são as questões que poderiam ser destacadas para ressaltar como a Química tem trazido benefícios para humanidade, e que muitas situações de má exploração natural pelo ser humano, poderão ser resolvidas na garantia de seu bem-estar.

As implicações sociais da Química proporcionam avanços científicos e tecnológicos para a população de um determinado país. Porém uma pergunta muito intrigante sobre esta Ciência é seu ensino. Uma questão é o valor da Química como Ciência, a outra é a Química como ensino. Se a Ciência Química é tão importante para a sociedade, é de esperar que seu ensino tenha um teor de igual valor em importância; logo, a própria Ciência Química imprime uma relevância em seu ensino. Porém, o que ensinar, como ensinar, a quem interessa realmente esse conhecimento, e a quem ele é útil? Tais questões, abordadas por pesquisadores na área de Educação em Química, têm demonstrado a ineficácia de seu ensino.<sup>5</sup>

Chassot (1993, p. 58) tem insistido na pergunta: “Para quem é útil o ensino de Química?” No contexto de um ensino tradicionalista e desvinculado com a realidade, o autor é incisivo em indicar um ensino de Química literalmente inútil, asséptico, abstrato, dogmático e anacrônico.

Vejamos um pouco desta inutilidade. Qual seria a situação, se o ensino que se faz não existisse? Talvez muito pouco, ou mesmo nada, seria diferente. A referência ao meu constrangimento, deve-se ao fato de que o ensino (de Química) serve apenas para algumas pessoas ganharem (não muito folgadoamente) o seu sustento...  
... O nosso ensino tem até se mostrado útil para manter, ainda mais, a dominação; como mostra, por exemplo, Enguita, quando descreve “o crepúsculo do mito educativo: da análise ao discurso à análise das práticas escolares”. É realmente uma situação paradoxal a do ensino de Química, (e isto não é só privilégio da Química) ao ser útil/inútil simultaneamente... (p. 58-59)

<sup>4</sup> Ver DANTAS, V. O átomo que cura. *Revista Brasil nuclear*, Rio de Janeiro n. 18, jan./mar. 1999.

<sup>5</sup> (MORTIMER, 1995; ECHEVERRIA, 1995; CHASSOT, 1996; ROMANELLI, 1996; SCHENETLZER, 1996; BELTRAN, 1997; TOMA, 1997; GIORDAN, 1999; SILVEIRA, 2000)

A seriedade da questão levantada por Chassot intriga-nos cada vez que pensamos nela. Mesmo conhecendo toda importância da Química para sociedade, como direcionar os alunos e alunas para aprender sobre a Química? O que realmente considerar importante nesta aprendizagem? O autor, ao levantar esses questionamentos, impele-nos a rever as práticas pedagógicas para o ensino de Química. Schnetzler (1996, p.28) destaca a importância de ensinar para formação de cidadãos conscientes de seu espaço, e presentes no processo de inserção e transformação histórica do homem e pelo homem.

A proposta de formar cidadãos por meio do ensino tem sido aceita e incorporada em nossa práxis docente, pois acreditamos na perspectiva de luta consciente que deve estar impregnada na educação, seja ela pelo ensino de Química, seja mediante o ensino de qualquer outra disciplina curricular ou transversal. A educação deve direcionar o indivíduo a posicionar-se com criticismo sobre o meio em que vive, sempre na busca de uma valorização do próprio homem em detrimento da matéria. Assim, buscamos discorrer adiante sobre a importância do ensino-aprendizagem de Química, e o valor deste saber para a sociedade.

## **2.2. TENDÊNCIAS METODOLÓGICAS DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL**

A Química está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos — alimentação, vestuário, saúde, moradia, transporte, dentre outros. Ela deve dar aos alunos e alunas subsídios para chegarem aos reais fins educacionais no que tange a formação de cidadãos e cidadãs.

A idéia da Química como uma ciência que polui, provoca catástrofes, faz mal à saúde, ou até mesmo mata, é enganosa e estereotipada. Ciscato (1990, p.16) aponta os preconceitos existentes sobre a Química, divulgados pelos meios de comunicação e mecanismos ideológicos, como sendo uma forma da sociedade livrar-se de sua própria responsabilidade, pois possui uma política pública inadequada na utilização do meio ambiente. Sem um conhecimento químico, continua Ciscato, ainda que mínimo, é muito difícil um indivíduo conseguir posicionar-se sobre todos esses

problemas e, em conseqüência, exercer efetivamente sua cidadania. A palavra cidadão tem sido empregada no ensino nestas últimas décadas e, em particular, aqui mencionamos o ensino de Química.

Maldaner (1995, p.15) mostra que, por meio do conhecimento químico, os homens atuam de forma específica sobre a Natureza, modificando-a e modificando-se. A educação, nesse contexto, deve buscar uma revalorização do ser humano como tal, à medida que o reconhece e o faz reconhecer-se como parte integrante do meio natural em que vive.

No Brasil, o ensino de Química, nas últimas décadas, tem sido foco de atenção dos diversos pesquisadores dessa área do conhecimento. Segundo Schnetzler (1995, p. 28), estes constituem hoje uma comunidade científica consolidada, que vem defendendo a formação da cidadania como objetivo básico do ensino médio de Química. Esta preocupação ocorre pela forma como a Química vem sendo trabalhada em todos os níveis de ensino escolar. É fácil constatar que a maior parte das pessoas, mesmo após cursar o ensino fundamental e médio, sabe situar-se muito pouco sobre problemas que exijam conhecimento dessa disciplina. De modo geral, esse mau posicionamento deve-se à baixa qualidade do ensino, devido a fatores como:

- ⇒ Grande número de escolas públicas carecerem de estrutura e material adequado ao ensino de Química;
- ⇒ Forma tradicionalista como a Química é ensinada com programas extensos, priorizando a memorização;
- ⇒ Falta de laboratórios e materiais;
- ⇒ Sistemas de livros didáticos e apostilas desvinculadas do contexto social do aluno e aluna;
- ⇒ Despreparo dos professores, dentre outros.

Um dos itens citados, o livro didático e as apostilas, em decorrência dos fatores levantados, restaram como único recurso do ensino de Química. Segundo Mortimer (1998, p.11), os livros didáticos têm sido utilizados como guias metodológicos e curriculares, e ainda de qualidade duvidosa. O uso desse recurso

faz-se necessário como uma das muitas propostas metodológicas do professor, não podendo o docente limitar-se a ele. Em outros trabalhos, constatamos que materiais didáticos apostilados apresentam distorções conceituais sobre a Química, sendo a forma pela qual este conhecimento estava disposto não vai ao encontro das tendências metodológicas do ensino de Química.

O ato de ensinar Ciências de forma significativa ao aluno, para que este perceba o mundo que o cerca, é um verdadeiro desafio aos educadores preocupados com a real situação do ensino-aprendizagem nesta área. Para Ciscato (1990, p.23), ensinar Ciência, no caso a Química, não é simplesmente derramar conhecimentos sobre os alunos e esperar que eles, num passe de mágica, passem a dominar a matéria. Uma aprendizagem sólida nas diversas Ciências colabora decisivamente para a melhoria da qualidade de vida do homem; bem como sua socialização, adaptação ao meio e posicionamento crítico frente às diversas questões sociais.

Acreditamos que uma forma efetiva que o professor possui de ensinar Química é a busca de atribuições de significados àquilo que foi aprendido. Segundo Ausubel (1977, p.26),

a aprendizagem significativa ocorre quando novos significados são adquiridos e atribuídos pelo aprendiz através de um processo de ancoramento de novas idéias com conceitos e proposições relevantes já existentes na sua estrutura cognitiva.

Esse autor faz distinção da aprendizagem significativa em relação à aprendizagem mecânica, que se caracteriza, segundo ele, por uma organização de informações com pouca ou nenhuma interação, isto é, relação com proposições ou conceitos relevantes, implicando uma armazenagem arbitrária do novo conhecimento. O produto dessa aprendizagem caracteriza-se, portanto, em memorização, com subsequente esquecimento rápido do conhecimento aprendido.

É importante salientar que a aprendizagem de Química não consiste apenas em lembrar e compreender os fatos, conceitos e fórmulas (forma tradicional do ensino de Química, disposta em muitos livros didáticos), mas ocorre, principalmente, por meio do desenvolvimento de habilidades e atitudes do ser humano vinculadas ao conhecimento científico e à relação da Química com a

sociedade.

Segundo Driver (1999, p.31):

na educação em ciências, é importante considerar que o conhecimento científico é, ao mesmo tempo, simbólico por natureza e socialmente negociado. Os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza.

Nessa perspectiva, o ensino de Química deveria ser desenvolvido a partir do conhecimento e da curiosidade dos alunos, que iniciados numa nova forma de olhar o mundo através do conhecimento científico, teriam, no mínimo, oportunidades de buscar observações consensuais, regularidades e coerências. Sobretudo, posicionando os conhecimentos adquiridos, diante de problemas da sociedade em que vivem.

Driver (1999, p.31) relata que as entidades e idéias científicas que são construídas, validadas e comunicadas por intermédio das instituições culturais da ciência, dificilmente serão descobertas pelos indivíduos por meio de sua própria investigação empírica. Assim, aprender ciências, envolve ser iniciado nas idéias e práticas da comunidade científica e torná-las significativas no nível individual. O papel do professor de ciências, mais do que o de organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas.

Dessa forma, uma aprendizagem eficaz em Química deve trabalhar, com uma problemática real em nível macroscópico ou fenomenológico que leve o aluno e a aluna a campos teóricos à medida que constroem o conhecimento significativamente, para responder à questão apresentada. Tal fato, levantado em relação a buscar problematizações em nível macroscópico que favoreçam o ensino de Química, revela um dos maiores problemas que se verifica em seu ensino: a relação estrutural da disciplina.

Gostaríamos de fazer um resgate que acreditamos ser importante para a



estruturação do ensino de Química: os níveis da Química apresentados por Johnstone (1982 apud MACHADO, 1999, p.9). Este autor classifica em três níveis o conhecimento químico: macroscópico, microscópico e representacional. Mortimer; Romanelli; Machado (1998) redimensionam esses níveis em fenomenológico, teórico e representacional.

A Química trabalha com o nível teórico na busca de explicações para fenômenos observáveis macroscopicamente. Uma aprendizagem significativa iria ao encontro de uma relação clara entre estes níveis: teórico e fenomenológico. Caso contrário, os alunos e alunas podem memorizar idéias sem perceber seu verdadeiro sentido. No ensino, muitas vezes, essa relação nem é mencionada, sendo que os conteúdos são trabalhados apenas teoricamente com ênfase nas representações e linguagens científicas.

Para Driver (1999, p. 31), aprender ciências envolve a introdução do educando a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e explicá-lo; é torná-lo socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. Antes que isso possa acontecer, no entanto, os indivíduos precisam engajar-se em um processo pessoal de construção e de atribuição de significados.

Explicitando melhor a questão sobre a relação dos níveis da Química, cabe aqui comentar sucintamente cada um deles.

O nível fenomenológico, ou macroscópico, caracteriza-se pela visualização concreta ou pelo manuseio de materiais, de substâncias e de suas transformações, bem como pela descrição, análise ou determinação de suas propriedades.

Segundo Mortimer; Romanelli; Machado a Química é uma ciência experimental e fenomenológica.

O aspecto fenomenológico refere-se aos fenômenos de interesse da química, sejam aqueles concretos e visíveis, como a mudança de estado físico de uma substância, sejam aqueles a que temos acesso apenas indiretamente, como as interações radiação-matéria que não provocam um efeito visível mas que podem ser detectados na espectroscopia. Os fenômenos da química também não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em laboratório. Falar sobre o supermercado, sobre o posto de gasolina é também uma recorrência fenomenológica. Neste caso, o fenômeno está materializado na atividade social. E é isso que vai dar significação para a Química do ponto de vista do aluno. São as relações sociais que ele estabelece através da Química que mostram que a Química está na sociedade, no ambiente. A abordagem da Química do ponto de vista fenomenológico também pode contribuir para promover habilidades específicas tais como controlar variáveis, medir, analisar resultados, fazer gráficos, etc. (MORTIMER; ROMANELLI; MACHADO, 1998, p.9).

Assim, o fenômeno aqui tratado não se refere apenas a um fato isolado, e sim, a um conjunto de situações vividas pelo aluno e aluna, que podem servir de problematizações para gerar interesse destes na aprendizagem mediante a busca de uma abordagem química para aqueles fatos.

Machado (1999, p. 166) ressalta que trabalhar com o nível dos fenômenos pode ser uma oportunidade de possibilitar a circulação de sentidos que se referem à forma específica de elaboração do conhecimento químico no que diz respeito ao mundo e às formas de vê-lo; e aqui, no caso, sob os olhos e pensamentos químicos.

O nível teórico caracteriza-se por uma natureza atômico-molecular, isto é, envolvendo explicações baseadas em conceitos abstratos, para racionalizar, entender e prever o comportamento das substâncias e das transformações. Este nível, engloba as representações utilizadas nas explicações do fenômeno, ou seja, envolve os modelos. É necessário, neste caso, um repensar sobre a forma pela qual os modelos e representações têm sido tratados no ensino de Química, posto que a relação entre o fenômeno e a teoria só poderá ser elucidada pela passagem clara do aluno ao nível teórico, buscando as explicações e regularidades para o fenômeno.

O nível representacional compreende a apresentação das substâncias; por suas respectivas fórmulas e de suas transformações por meio de equações químicas. Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados neste nível, que

compreende informações inerentes à linguagem química.

A forma de pensar quimicamente se dá quando é estabelecida uma linguagem inerente à Química. Consideramos este fato semelhante a um músico aprender as notas musicais, que de forma particular, é entendido pelos que possuem tal saber. Assim, a linguagem química, é uma forma de comunicar este saber, o que facilitaria seu entendimento teórico na busca de esclarecimentos acerca do fenômeno.

A maioria das escolas faz uso de um currículo tradicional de Química dando excessiva prioridade às teorias e representações. Segundo Machado (1999, p. 173), estes níveis são privilegiados na escola, incluindo os aspectos matemáticos. Para a autora, não são discutidas pelos professores questões inerentes aos modelos científicos (como limitações e provisoriedade), a polissemia das representações e a função da matemática no conhecimento químico. Ela afirma que, a ausência dos fenômenos e seus contextos nas salas de aula podem fazer com que os alunos tomem por "reais" as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos científicos.

É necessário que se passe a enfatizar em sala o nível macroscópico, para que o aluno possa visualizar melhor os fenômenos e as questões sociais, e, assim, relacioná-los com o nível teórico e representacional.

Para Driver (1999), aprender ciências na escola vai além do que mudar de um conjunto de teorias para outro, significa, em primeiro lugar que o aluno e aluna articule, de modo consciente, sobre o que constitui as teorias.

Segundo pesquisa feita por Schnetzler (1996, p.28), quanto mais ligado estiver o objeto de estudo ao cotidiano do aluno, maior será também a aprendizagem. Com seu trabalho, essa pesquisadora verificou a essencialidade de adotar, no Brasil, propostas de ensino de Química com objetivo de formação da cidadania. Em sua pesquisa salienta que formar cidadãos é fazê-los participar de tomadas de decisões de forma crítica.


Nessa perspectiva, e elegendo o conhecimento químico sobre Modelos Atômicos como foco da pesquisa, acreditamos que é na sala de aula que sucede a elaboração desse conhecimento escolar, e que, com a busca das relações do fenômeno e da teoria, utilizando-se de uma linguagem própria, é possível construir um saber químico contextualizado, possibilitador de um olhar mais amplo e diversificado do mundo.

## Capítulo Três

### MODELOS E MODELAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

"(...) ao estudarmos Química, temos que recordar, sempre, que tratamos de *realidades* com as quais temos dificuldades de interagir e por isso, precisamos imaginar (*fazer imagens*), ou fazer *modelos* (CHASSOT, 1993).

#### 3.1. Modelos: reflexão epistemológica e o ensino

 Ciência faz uso dos modelos com propósito de traduzir o mundo para uma linguagem que seja mais acessível não somente à comunidade científica, mas também, às pessoas que se propõem enveredar pelo pensamento científico. A temática dos modelos na educação em Ciências e Tecnologia é foco de investigação de pesquisadores brasileiros e britânicos. Segundo Colinvaux (1998, p.9):

Esta temática inscreve-se em um amplo e atual conjunto de pesquisas relacionadas à educação em ciências, que tem enfatizado que modelos e processos de modelagem desempenham um papel central no desenvolvimento da ciência. Deste pressuposto decorre que, se as práticas dos cientistas envolvem a elaboração de modelos, então, é necessário que a educação em ciências trate também do tema dos modelos, seja em suas investigações, seja em suas práticas pedagógicas, formais e não formais.

As questões relacionadas à construção de modelos são desafiadoras e intrigantes. A Ciência comunica-se na forma de modelos e de toda uma simbologia própria à especificidade de cada ramo científico. Ao mesmo tempo em que esta simbologia traz a simplicidade da linguagem, ela também apresenta questões de natureza complexa peculiares ao fenômeno. É o simples e o complexo numa mesma dinamicidade de representação.

Para Martinand (1987 apud ASTOLFI; DEVALAY, 1990, p.103), os modelos permitem a apreensão de dois aspectos maiores da realidade natural e técnica contemporânea:

— facilitam a representação do escondido: substituindo as primeiras representações por variáveis, parâmetros e relações entre variáveis, fazem com que se passe a representações mais relacionais e hipotéticas;

— ajudam a pensar o complexo: indicando e manipulando bons sistemas, permitem descrever as variáveis de estado e de interação, as relações internas entre essas variáveis, os valores de imposições exteriores.

Esse duplo caráter hipotético e sistemático, para o autor, é constitutivo dos modelos que constroem a Ciência. Mas, como um modelo pode colaborar na constituição e estabelecimento da Ciência? Ou mesmo, o que é modelo, e qual a relação deste com os diversos fenômenos? Essas questões se configuram como centrais nesta reflexão inicial.

Colinvaux (1998, p.10) considera a necessidade de se elaborar uma definição do que são modelos na ciência e na tecnologia. Tal pensamento da autora ocorre pela percepção de que, nas diversas pesquisas, de maneira diferenciada, ainda há carência de uma definição mais sistematizadora de modelos.

Para Boulter; Gilbert (1995 apud COLINVAUX, 1998, p. 13), um modelo pode ser definido como uma representação de uma idéia, um objeto, um evento ou um processo. Para Chassot (1993, p. 104), os modelos são simplificações da realidade, ou porque esta é complexa demais, ou porque sobre ela pouco conhecemos. Mortimer, em sua tese de doutorado (1994, p. 74), trata os modelos não como uma cópia do real, mas como uma representação.

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 é apenas isomórfica, mas não idêntica ao real.

Existe uma certa preocupação dos educadores em abordar o conceito de modelos como uma *representação*, a fim de combater o pensamento dogmático que permeia a Ciência desde o século XVII. É necessário repensar a prática pedagógica para não incorreremos no erro de considerar a Ciência como uma doutrina, o que figurou durante a racionalidade científica no paradigma dominante. Segundo, Romanelli (1992, p.3),

Preocupa-nos a qualidade do ensino de Ciências como um todo o de Química em especial. Vimos assistindo um ensino destituído de experimentação e processos que favoreceriam o desenvolvimento do raciocínio, referenciado em conteúdos autoritariamente escolhidos e organizados. O ensino de Química vem incorporando, cada vez mais, uma tendência à memorização e, em decorrência, um caráter dogmático.

Consoante aos educadores mencionados, concebemos, nesta investigação, modelo como uma *representação do real*, uma simplificação do fenômeno na tentativa de entendê-lo e minimizar os múltiplos fatores de sua complexidade para o seu entendimento. Não que o modelo seja uma proposta capaz de eliminar a multiplicidade dos fatores fenomênicos da realidade; todavia é uma forma de olhar os fatos por meio da representação modelar, o que traz à tona diversas limitações, bem como esbarra nos próprios limites humanos em entender o mundo e traduzi-lo. Consideramos modelo não como uma "foto" do real, nem como uma descrição pormenorizada da realidade, mas como uma forma de entender o real, de explicá-lo de maneira não substancialista e, menos ainda, de maneira realista. Explicando melhor esta questão, Mortimer (1994, p. 86) considera que a visão substancialista caracteriza-se por atribuir ao modelo aspectos peculiares da substância, conferindo propriedades macroscópicas às partículas. Já a concepção realista, é um obstáculo de natureza epistemológica, uma vez que se relaciona à ausência de uma visão apropriada de modelo, considerando-o como sendo a própria realidade descrita simbolicamente.

Consideramos importante a utilização das representações na aprendizagem de Química, bem como na maneira como a Ciência comunica sua produção de modo a se fazer entender à comunidade na qual está inserida. Sendo assim, o ensino

de ciências, deve tratar da noção de modelo, nas explicações teóricas que possibilitem a compreensão dos fenômenos.

A utilização dos modelos no ensino deve ser feita considerando, segundo Chassot (1996, p.3), a finalidade proposta. O problema didático principal consiste em permitir aos alunos e alunas perceberem e conceberem o caráter arbitrário do modelo, havendo, de qualquer forma, o desvio com um simples reflexo formalizado do real. Na construção e produção do conhecimento, deve-se considerar a interpretação dos modelos, ou seja, as limitações de sua aplicação, e o porquê de utilizar este ou aquele. Astolfi; Devalay (1990, p. 105) consideram que os modelos científicos são apresentados aos alunos como a realidade diretamente interpretada muito mais do que como representações construtivas, conscientemente reduzidas e calculáveis.

O estudo desta temática exige muito mais do que uma compreensão simplista de um ou outro tipo específico de modelo. Imprime um caráter dinâmico interativo, em que construir os modelos significa um esforço de abordar signos de complexidade, às vezes, tão somente conhecidos pelo próprio cientista. Assim, retomamos a idéia da complexidade na simplicidade, ou seja, por mais simples que um modelo pareça, ele envolve questões de caráter complexo de um dado fenômeno e que dificilmente serão abarcadas no estudo de uma determinada ciência. Por tal motivo, é que, na compreensão dos modelos, e da proposta de sua produção, ou mesmo modelação, devem ser eliminadas as crenças dogmáticas em torno desse conteúdo.

Segundo Gilbert; Boulter (1995, apud COLINVAUX, 1998, p. 15),

Modelos constituem uma parte fundamental das narrativas de educação em ciências, sobretudo como consequência das várias tipologias que podem ser construídas a seu respeito. O grande valor de muitos modelos é que eles possibilitam a visualização, ou uma maior facilidade de visualização, de idéias, objetos, eventos, processos ou sistemas que são complexos, ou em escalas diferentes daquilo que é normalmente percebido, ou abstratos - ou alguma combinação dessas três características.



Se os modelos permitem a “visualização” daquilo que nem sempre é perceptível diretamente pelo estudo do fenômeno, cabe uma importante reflexão. Como trabalhar com os modelos em sala de aula? Como abordar as limitações de um modelo ou outro? São perguntas sem respostas prontas, mas que colaboram no entendimento de como as representações são tratadas no interior da sala de aula sugerindo, mediante reflexões, mudanças e propostas metodológicas de abordagem dessa temática.

### **3.2 Modelos Atômicos e o Ensino em Química: reflexões e tendências metodológicas**

Como subsídios teóricos da análise, realizamos uma reflexão sobre a linguagem química, a construção dos modelos atômicos, a provisoriedade dos mesmos, bem como sobre a abordagem histórica na produção do conhecimento.

#### **3.2.1 Linguagem Química**

A Química, como outras Ciências, utiliza uma linguagem peculiar no seu ensino. Tal forma de comunicar à sociedade sua produção se faz por meio de conceitos abstratos como *átomos, quantidade de matéria, soluções, moléculas, partículas...* São vocábulos que reforçam idéias não produzidas pelas pessoas no senso comum, mas meticulosamente criadas por uma comunidade específica de pensadores. Tais palavras permeiam tanto o ensino de Química, como também, indiretamente, o cotidiano das pessoas. Se, por exemplo, sairmos às ruas e perguntarmos a elas, se já ouviram falar de átomos, moléculas,  $H_2O$ , dentre outros; talvez a maioria diria que sim, porém, se questionássemos sobre tais conceitos, mesmo aquelas que passaram pelo ensino médio talvez se sentissem numa situação embaraçosa.

A linguagem da Química é abstrata e trabalha intensamente com modelos. Não só os Modelos Atômicos, mas também das diversas representações utilizadas por esta Ciência. Talvez uma das maiores angústias de um professor nessa área é produzir um conhecimento de grande valor social, porém, às vezes, de difícil

compreensão pelos alunos e alunas. Obviamente, é importante para esses profissionais manterem um discurso próprio desse conhecimento, mas se este é também tratado na escola, deve haver um empenho por parte da comunidade escolar, para que tal forma de comunicar o saber seja acessível e inteligível àqueles que estão em processo de aprendizagem.

Chassot (1993, p. 41) ressalta que a Química deve estar ligada à realidade dos (as) estudantes.

A Química que se ensina deve ser ligada à realidade, mas quantas vezes os exemplos que se apresentam são desvinculados do cotidiano? O que é mais importante para um estudante da zona rural? A configuração eletrônica dos lantanídeos ou as modificações que ocorrem no solo quando do uso de corretivos? E para um aluno de zona urbana: O modelo atômico com números quânticos ou processos eletrolíticos de purificação de metais ou tratamento de água?

Esse repensar sobre a Química como Ciência inserida numa forma de ver e entender o mundo de maneira mais politizada e politizadora, e as reflexões sobre a linguagem química estão postas como iniciadoras das reflexões sobre a utilização dos modelos em Química. Como já mencionado em outro momento, quando nos referimos a modelo em Química, não estamos pensando apenas nos Modelos Atômicos, embora seja este o foco da pesquisa. A amplitude deste tema perpassa todo o saber químico.

Na Química se fazem modelos de átomos, e com estes, se fazem modelos de moléculas. E para estes se propõem diferentes modelos de ligações. Com as moléculas, se fazem reações, para as quais se faz diferentes propostas de mecanismos, de como se rompem ligações existentes, e de como se formam novas ligações (originando outras substâncias) (CHASSOT, 1993, p.105).

Não são apenas os modelos de átomos, mas os conceitos e representações que são formados a partir deles. A amplitude da investigação vai além de simples questões conteudistas, perpassando todos os estágios da aprendizagem em Química, que se pauta em construções modelares para seu entendimento.

### 3.2.2. Construção de Modelos Atômicos

O nível atômico, por ser teórico, configura-se como uma forma de explicação do mundo real, por meio do raciocínio compositivo da matéria. Dessa maneira, procura-se “adentrar” no interior da estrutura material, buscando explicações para fatos que ocorrem no campo macroscópico. Existe uma dificuldade iminente na construção, especificamente, dos modelos atômicos, pois a idéia do átomo se configura em sua real existência (detectável via instrumentação), escondida da própria visualização humana e de sua percepção direta, tornando-se ainda mais abstrato sua construção.

Na tentativa de entender os modelos atômicos, é necessária a construção de imagens de átomos de acordo com as diversas representações existentes. Mas é importante percebermos a limitação até mesmo do próprio cientista em propô-las. Construir um modelo ou outro depende da interação com o ente modelado, por exemplo, a relação do cientista com as propriedades da matéria (ponto de fusão e ebulição, densidade, condutividade elétrica, dentre outras). Chassot (1993, p.100) afirma:

Nunca é demais insistir que, quando se fala de átomos, moléculas, reações químicas, etc., estamos nos referindo a realidades sobre as quais não conhecemos mais do que o resultado de algumas interações. Por isso, construímos modelos das mesmas, que são mais ou menos aproximados, em função do que conhecemos do modelado. Os modelos são importantes ferramentas de que dispomos, para tentar compreender um mundo cujo acesso real é muito difícil.

A representação modelar possui um fim específico de interesse do pesquisador, e o grau de dificuldade em produzi-lo depende de sua percepção. Exemplifiquemos. Se nos fosse pedido para construirmos um modelo de um elefante e de uma pulga, teríamos mais facilidade em fazer o elefante. A imagem do elefante é mais factual e de fácil percepção que a da pulga. Vejamos. Quanto menor a realidade material, maior é a dificuldade em atentar aos detalhes e, conseqüentemente, produzir um modelo. Assim, é mais problemático construir o modelo de um núcleo celular do que de toda célula. É mais complicado elaborar um modelo de estrutura de DNA do que de um núcleo celular. Se pensarmos

cientificamente, o que temos a respeito do átomo são evidências de sua existência com base em algumas propriedades da matéria e de algumas indicações empíricas. Tais dados permitiram a produção dos modelos atômicos, que não foram aceitos prontamente ao serem elaborados.

Na comunidade científica nota-se uma certa resistência em relação aos modelos atômicos. Hoje, essa oposição é menor que aquela experimentada no final do século XIX. Houve, neste caso, uma dificuldade natural em relação à aceitação da idéia atomista naquela época. Mortimer (1994, p. 88) afirma que:

O conceito de átomo não tem uma área em seu perfil correspondente a esse conceito empírico, e as dificuldades iniciais para a aceitação do atomismo, durante o século XIX, se relacionavam à falta de provas empíricas para sua existência. Isso levou a que vários cientistas da época se mostrassem céticos em relação à utilidade da hipótese atômica, sendo que muitos deles exerceram forte oposição à idéia. Faraday, por exemplo, cujos trabalhos empíricos deram contribuições importantes ao desenvolvimento posterior do atomismo, tinha sérias reservas em relação à hipótese atômica, baseada justamente em evidências empíricas.

Como observado na referência acima, se há, por vezes, uma dificuldade em aceitar a hipótese atômica, pois os modelos são produtos do conhecimento das propriedades e não da visualização direta do átomo, é preocupante o trato desse assunto por alguns professores e professoras, como sendo verdades absolutas, dogmas. Se existe dificuldade, até mesmo por parte de cientistas da área, de se entender a complexidade atômica e representá-la na forma de modelo, podemos pensar que nossos alunos e alunas terão ainda mais impedimentos na elaboração de um modelo ou outro.

Esta dificuldade de aprendizagem está em todos os níveis de ensino, ou seja, do ensino fundamental à universidade. Essa dificuldade dá-se pelo alto grau de abstração que exige a aprendizagem desse conteúdo, gerando um desinteresse dos alunos e das alunas em relação à apreensão do conhecimento químico.

O processo de formação de conceitos no adolescente é caracterizado por um movimento contínuo de idas e vindas do estágio primitivo ao mais amadurecido. A transição do abstrato para o concreto é tão difícil quanto a transição do concreto para o abstrato. Esta dificuldade sempre aparece quando um conceito foi apreendido e formulado em uma instância (por exemplo - abstrata) e deve ser aplicado a novas situações em outra instância (por exemplo - concreta). A oscilação do pensamento do particular para o geral e do geral para o particular também é aspecto inerente à formação do conceito. Os conceitos científicos envolvem os alunos na construção de modelos mentais para entidades que não são percebidas diretamente (ROMANELLI, 1992 p. 35).

O esforço exigido na aprendizagem de conceitos abstratos nem sempre é levado em consideração pelos professores, que abordam temáticas dessa natureza sem permitir que os alunos e alunas desenvolvam um raciocínio das diversas implicações históricas, conceituais e limitativas dos fenômenos. Romanelli, ainda no mesmo texto, continua:

A construção de modelos mentais complexos que possam fundamentar a explicação de fenômenos como o da dissolução do açúcar ou o da constituição da matéria exige um considerável esforço por parte do aluno de construir "entidades" abstratas e de usar certos parâmetros, descrevendo as suas inter-relações através de idéia. O foco do aluno nas percepções sensoriais concorre para criar uma barreira ao pensamento abstrato generalizado. Frente a essas considerações, devemos perguntar como o adolescente forma um conceito de alta generalidade, bem distante de sua experiência empírico-concreta, dadas as estratégias correntes de abordagens pedagógicas desses conteúdos.

Nesse limite tênue de aprendizagem entre o modelo científico e o processo de seu ensino, existem propostas interessantes sobre as quais o educador na área de Química pode refletir. A primeira delas é tratar com os discentes a concepção de modelo. Os modelos são simplificações da realidade, ou porque esta é complexa demais, ou porque sobre ela pouco conhecemos (CHASSOT, 1993, p. 104). Uma outra postura adotada, não só por Chassot, mas também por Mortimer (1994) e Romanelli (1992) é a de que um modelo é uma situação provável e não algo certo ou acabado. Não podemos aceitar a idéia do modelo atômico como sendo algo estático. Se os diferentes modelos propostos são resultados do quanto conhecemos do modelado, não podemos trabalhar no campo das certezas, pois as dimensões de átomos e moléculas são inimagináveis. Não é possível omitir este fato dos

aprendizes, pois negá-lo é utilizar consciente ou inconscientemente uma forma de manter o poder social com uso da linguagem química. O professor deve possuir uma formação que o possibilite realizar um trabalho didático-pedagógico diferenciado neste sentido. Segundo Romanelli (1992, p. 35),

Devemos compreender que o trabalho docente requer um professor que precisa desenvolver conhecimentos teóricos que lhe permitam pensar e agir sobre a sua realidade social e histórica e também dominar os meios operacionais metodológicos. É possível admitir que a transmissão de conteúdos e apropriação ativa pelos alunos constituem-se momentos interligados de um processo simultâneo onde o professor deve intervir trazendo um conhecimento sistematizado e onde o aluno é capaz de elaborá-lo criticamente com os recursos que traz para a situação de aprendizagem.

A complexidade do trabalho pedagógico está inserida numa situação não muito confortável para o professor, pois ele não recebe elementos possibilitadores suficientes para a ação metodológica em sala de aula. Além da formação, os docentes nem sempre possuem condições de trabalho, tendo que se sujeitar a ensinar a massas, recebendo, para isso, baixos salários, o que pode ser constatado nas reflexões e pesquisas realizadas por Nóvoa (1992), Tardif (2000), Enguita (1991), Gomes (1992), dentre outros.

### **3.2.3. Provisoriedade e limitações dos modelos**

As limitações e a provisoriedade apresentadas pelos modelos não implicam erros nestes. Por exemplo, os pensamentos estruturantes do atomismo vieram da Grécia (aproximadamente 300 aC) com Leucipo e Demócrito. Foram eles que utilizaram pela primeira vez o termo *átomo*, e consideravam-no como partícula indestrutível, que unidos entre eles, formariam os diversos materiais. Essa idéia não foi absorvida pela comunidade grega, que considerava céticos, seus proponentes. É importante estabelecer o que Romanelli chama de provisoriedade dos modelos e teorias científicas.

Abordar a idéia de modelo atômico, por exemplo, implica examinar o significado do caráter hipotético de vários conceitos de que o cientista freqüentemente lança mão para a interpretação dos fenômenos. Sabemos que a idéia de modelo atômico ou de uma teoria atômica demorou muito tempo para ser construída e aceita. Definitivamente não é direta a maneira pela qual podemos compreender a matéria, principalmente nas suas manifestações em estado sólido. Na abordagem do conceito do átomo, enquanto constitutivo dos materiais, não nos deparamos somente com aspectos de organização, ou estruturação do conhecimento, tal como ocorre, por exemplo, quando se estuda célula na constituição dos tecidos, em Biologia. Trata-se aqui - na abordagem do conceito do átomo - de observar uma postura mental ocorrendo em níveis mais elevados de abstração. É preciso, neste contexto, estar convivendo, pelo menos, com a maneira com que trabalham e pensam os cientistas e filósofos, ou admitir que, ao longo da história das ciências, ocorre uma sucessão de explicações sempre novas e mutáveis para os mesmos fenômenos. Releva-se, neste contexto, o método científico, e a lógica de sua aplicação anuncia que as "verdades científicas" não são dogmas, não são eternas. Vimos que algumas "verdades" científicas duraram séculos, outras anos, e, outras menos de um ano até. Estabelece-se, desta forma, a provisoriedade dos modelos e teorias científicas (ROMANELLI, 1992, p. 45).

A autora enfatiza, entre outros aspectos, a mutabilidade dos modelos e não do fenômeno. Temos, na verdade, uma nova idéia de átomo, ou seja, um novo átomo para explicar uma realidade que não mudou. Para Chassot (2000, p. 250), a mudança que ocorre, é no nosso conhecimento sobre a realidade.

Um exemplo interessante é a tentativa de explicar a natureza elétrica da matéria. O primeiro modelo sobre este conteúdo foi elaborado por J. J. Thomsom (1878), que considerava o átomo maciço positivamente, e, nesta massa, estariam massas negativas incrustadas. Estas duas situações energéticas (massa positiva e negativa) se equilibrariam e o átomo seria, ainda segundo Thomsom, neutro. Tal modelo é, por vezes, comparado em livros didáticos como o *modelo do pudim de passas*, pela semelhança na ilustração. O modelo de Thomsom substituiu o modelo de J. Dalton (1808), que não apresentava a natureza elétrica da matéria. Com a concepção de Dalton, não era possível explicar fenômenos como eletrização, atração e repulsão de materiais, reações de decomposição na formação de substâncias simples, dentre outros, o que torna clara a limitação do modelo e sua provisoriedade. Dizer que uma representação modelar é provisória não significa

invalidá-la quando uma outra é proposta. Chassot (2000, p. 257), sobre esse fato, relata:

Deve considerar-se também, necessariamente, a finalidade do modelo, e ter presente que a simplicidade de um modelo não significa sua inadequação. Um modelo simples pode ser mais correto e mais útil que o mais sofisticado. É importante recordar, sempre, que a simplificação de um modelo traz facilidades e adequações que, muitas vezes, um modelo mais elaborado não apresenta.

No ensino de Química, modelos mais simples são freqüentemente utilizados, pois são mais fáceis de serem apreendidos pelos estudantes. A Teoria Atômica de Dalton, por exemplo, apesar de não explicar fenômenos da natureza elétrica da matéria, tem grande êxito no entendimento das Leis das combinações químicas (Lei da conservação da massa, Lei das proporções definidas, Lei das proporções múltiplas e Lei das proporções recíprocas). Para estudo de reações, conceito de molécula, de balanceamento químico, dentre outros, estuda-se outras teorias atômicas, que considerem a natureza elétrica da matéria como no modelo de Thomson (KAPLAN, 1978, p. 4).

### 3.2.4. Abordagem histórica na produção do conhecimento

Concordam vários pesquisadores<sup>6</sup> que o processo de ensino de Ciências deve ser histórico, levando em consideração todas as produções anteriormente elaboradas na construção de um determinado conhecimento. A historicidade deve ser posta em evidência no ensino de Ciências, pois o acompanhamento da construção científica colabora no entendimento da ciência e da tecnologia.

Gil-Pérez (1993, p. 199) comenta como o ensino usual de Ciências passa a imagem de um conhecimento científico de “neutralidade empírica”; “algorítimo” e “exato”; “a-histórico”; “exclusivamente analítico”; “cumulativo” e “linear”; “elitista”; “individualista”; “descontextualizado” e “socialmente neutro”. Segundo

<sup>6</sup> CHASSOT (2000), ROMANELLI (1992), GIL-PÉREZ (1993), MORTIMER (1994), SANTOS; SCHNETZLER (1997), JUSTI (2000)



Chassot (2000, p. 266), a proposta de um ensino mais histórico busca contrapor-se a isto.

Acredito que buscar ver como se enraíza e é enraizada a construção do conhecimento é cada vez mais uma necessidade para que possamos melhorar nossa prática docente. Esta passa a ser uma exigência importante para que melhor possamos entender os conhecimentos que transmitimos. Esse conhecimento também se constitui em uma adequada ajuda para a escola dos conteúdos a serem selecionados.

O conhecimento está posto socialmente em função de vários aspectos de natureza histórica. A Ciência não é a-histórica, mas nela se percebe o movimento das diversas culturas, concepções, tendências e costumes de um povo em um determinado período. Um aspecto preocupante, já citado anteriormente, o qual percebemos nas observações das aulas de Química, é que os professores pouco sabem a respeito da história da construção de um modelo ou teoria. Ainda mais grave, os professores, por vezes, manifestam-se vacilantes frente ao próprio conteúdo, ou seja, não sabem o porquê de ensinar um determinado assunto, e qual a relação deste com a sociedade. Concordamos com Romanelli (1992) ao indagar: Em que grau o professor sabe o quê, como e para quem está ensinando? Como o professor reflete sobre a construção de conhecimento – alvo do ensino – e sobre o seu papel nesse processo? Se aparecem questões de tamanha complexidade em relação ao próprio conteúdo, imaginemos em relação à sua construção histórica. Os professores não percebem a importância da história das temáticas desenvolvidas no ensino de ciências, isto porque, não tiveram embasamento sobre este assunto em sua formação inicial.

Para Chassot (2000 p.267), há uma tendência mundial em todos os níveis de estudo e nas diferentes áreas do conhecimento, de se buscar conhecer cada vez mais a ciência por meio de sua história para assim pensar seu ensino. Essa é uma forte tendência, pois as reflexões de como um saber foi produzido, e as tensões sociais que envolvem essa produção contribuem significativamente para o aprendizado nas escolas, bem como tornam o ensino mais empolgante tanto para os alunos e alunas, como para professores e professoras.

A contextualização pode ocorrer não somente no interior da sala de aula, mas propõe Chassot (2000, p. 270) que ocorra também fora dela e da escola.

Docentes de diferentes disciplinas, quando desenvolvem determinados conhecimentos, podem, de maneira continuada, alertar as alunas e alunos para que busquem uma contextualização histórica dos conhecimentos que estão sendo apresentados.

Neste caso, o trabalho de pesquisa dos fatos históricos deve ser dividido com os alunos que se interessarem por esses aspectos, podendo contribuir para a construção do conhecimento. Em relação aos Modelos Atômicos, é adequado seu estudo evolutivo, ou seja, um relato histórico não linear do desenvolvimento deste tópico.

A produção do conhecimento químico, dando-se numa perspectiva emancipatória, cujos aspectos questionadores, históricos e sociais são levantados, possibilita aos estudantes relacionarem os diversos conceitos químicos a seu contexto histórico de produção e, assim, buscarem entender as muitas situações análogas que se vivem na sociedade atual.

## Capítulo Quatro

### APRODUÇÃO DO CONHECIMENTO QUÍMICO SOBRE MODELOS ATÔMICOS EM SALA DE AULA

"É a esperança de que, desta vez, o conhecimento sirva não à dominação, ao agravamento das disparidades, mas à igualdade, à libertação dos seres humanos" Rubens Ricupero, 1998 (apud CHASSOT, 2000).

#### 4.1 Ambiência escolar e os professores de Química

**A** reflexão da produção do conhecimento químico escolar não pode ser realizada distante da situação na qual está inserida. Uma forma de entender como se dá essa produção está em olhar o entorno da construção deste conhecimento. Assim, pela descrição geral da escola, da situação funcional dos professores e sua formação, bem como dos recursos disponíveis e a utilização destes pelos docentes, a relação professor-aluno(a), aluno(a)-aluno(a) e o tempo de aula são formas de compreender, panoramicamente, como está posta a dinâmica de produção de um saber ou outro. Realizamos a análise da ambiência escolar, considerando-a o espaço utilizado para o profissional da educação exercer a produção do conhecimento.

##### *Salas de aula*

As salas de aula, onde foram realizadas as observações, não são muito grandes, delineadas, segundo a direção, para aproximadamente 30 alunos(as). O número de estudantes, nas salas observadas, estava próximo a 40, portanto, além da projeção inicial. Este dado, em um primeiro momento, parece ser irrelevante, porém

apresenta sua importância. Os professores mal se movimentavam no interior da sala de aula, ficando à frente da turma. A professora, por exemplo, chegou a mencionar a dificuldade em desenvolver propostas diferenciadas de trabalho, pois o espaço da sala não permitia muitos movimentos. O professor Fábio, quando percorria a sala para dar "visto" no caderno por um motivo ou outro, fazia-o demorando muito tempo. Este fato dá-se, em função da dificuldade de circulação dentro da sala, podendo refletir na forma de abordagem dos diversos conteúdos em função do tempo disponível.

### *Laboratório e Biblioteca*

Os laboratórios, praticamente, não são utilizados pelos professores.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Este espaço aqui à esquerda é o laboratório, mas **nunca entrei nele com meus alunos, na verdade, nem conheço o que tem dentro.** Acho que a escola não nos incentiva a trabalhar com o laboratório. Nenhum professor o utiliza, muitas vezes, já até vi reuniões lá dentro, mas aula mesmo não.

Percebemos na professora Teresa uma certa insatisfação em seu trabalho pedagógico, pois ela considera importante utilizar a experimentação na construção do conhecimento. Em entrevista, ela revela a preocupação com seu trabalho atual, reflexo de sua formação inicial, pois a considera lacunosa em alguns aspectos, inclusive na capacitação para desenvolver atividades em laboratório.

Durante a observação das aulas, a docente chegou a se referir sobre a realização de experimentação para explicar o conteúdo.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Se desse pra eu fazer na sala, e eu conseguisse, um fio de níquel-cromo pegar o sódio, aquecer, vocês vão ver que ele emite, o quê?

Em muitos momentos, mostrou-se desmotivada, sem condições pedagógicas para realizar seu trabalho. Em conversas informais, as queixas que mais apareceram, eram: a baixa remuneração, a falta de infraestrutura da escola, o não incentivo do "governo", e o despreparo dos alunos e alunas que freqüentam as séries trabalhadas pelos professores.

O laboratório da escola E1 não é utilizado pelo professor Fábio, apesar de possuir uma estrutura invejável. Surpreendemo-nos com o local e com os materiais (empoeirados e em desuso) ali presentes: desde vidrarias completas, até reagentes analíticos, fechados nos armários. Fomos, também, informados que quase nenhum professor do Colégio tem costume de utilizá-lo.

Segundo o professor Fábio, a não utilização do laboratório se dá em função do tempo disponível para cumprir o programa, bem como por não considerar possível o desenvolvimento de atividades experimentais relacionadas a Modelos Atômicos. Nesta perspectiva, o trato experimental desta temática é realmente de difícil elaboração. Praticamente não existem propostas em relação a materiais didáticos, pesquisas, ou trabalhos que visem explorar a experimentação na construção dos conceitos de Modelos Atômicos, ou, quando muito, explora-se esta temática nos jogos de modelos com atividades de simulação.

A biblioteca é um outro espaço pouco utilizado nas escolas, tanto pelos professores quanto pelos alunos e alunas. Em uma delas, a biblioteca é aproveitada como sala de aula, pois há um número excessivo de alunos/alunas que ali freqüentam. A professora Teresa, antes de abordar o tópico Modelos Atômicos, propôs aos discentes uma pesquisa, que poderia ser desenvolvida na biblioteca da escola ou mesmo na municipal. Um problema levantado pela docente é a escassez de referência bibliográfica que contemplasse o assunto a ser estudado.

As deficiências de infraestrutura escolar comprometem o trabalho desenvolvido na escola, pois a falta de laboratórios ou a sua má utilização e a ausência de livros na biblioteca são alguns fatores que acabam influenciando na postura do professor frente ao andamento dos diversos conteúdos. Percebemos que a não utilização da infraestrutura pode ser explicada em função da falta de formação continuada dos docentes assim como da própria formação inicial, ou seja, existe um despreparo para lidar, por exemplo, com aspectos experimentais.

Silveira (2000, p. 11), observa que um grande número de escolas públicas carecem de estrutura e material adequados ao ensino de Química; tornando-o

tradicional com o uso apenas do livro didático como recurso metodológico. Este é utilizado pelos professores pesquisados, na resolução de exercícios, desenvolvimento teórico, estudos, leituras, consultas para preparar aulas, ou seja, é amplamente explorado.

Os discentes das escolas acompanhadas possuíam perfis diferenciados. Na escola E1, por exemplo, na sala de aula observada, havia um número razoável de alunos e alunas que já haviam sido reprovados. Cerca de 20% da turma era repetente, segundo o professor Fábio, o que dificultava o trabalho da classe, pois ficavam conversando e não desenvolviam as atividades. Na escola E2, os alunos e alunas permaneciam mais quietos durante as aulas da professora Teresa. Inicialmente, pensávamos que eles estavam atentos à aula, porém percebemos uma certa apatia, ou mesmo distância daquilo que estava sendo falado por ela. O número de repetentes na sala de aula da escola E2 era menor, cerca de 5%.

#### *Relação professor(a)-aluno(a)*

O professor Fábio, da escola E1, posicionava-se praticamente à frente da sala, passando pela carteira dos alunos e alunas apenas para verificar se haviam resolvido os exercícios propostos. Ao iniciar sua fala sobre um determinado assunto, fazia-o de forma a interrogar constantemente os discentes sobre as possíveis dúvidas. Por vezes, o percebemos despreocupado com alguns acontecimentos na classe. Certas alunas, por exemplo, no fundo da sala, próximos ao pesquisador, conversavam muito, chegando até mesmo a se agredirem verbalmente em alta voz, sem grandes interferências do professor.

A comunicação dele com os estudantes pareceu-nos truncada. Eles não se envolviam com a fala do professor. O docente até tentava buscá-los para a temática desenvolvida, mas grande parte dos alunos(as) não se entusiasmavam com o conteúdo apresentado.

As perguntas que Fábio fazia para a turma eram, em sua maioria, se havia dúvidas ou não. Em alguns casos, o docente fazia a pergunta e ele mesmo respondia.

**Prof. Fábio:** Tem um exercício que diz: uma embalagem está isenta de elemento químico. Existe um alimento isento de elemento químico? O que ele quer dizer?

**Aluno:** Não existe?

**Prof. Fábio:** O que o exercício quer dizer?

O exercício quer dizer que não existem produtos artificiais que fazem mal à saúde; mas ali tem produtos químicos.

A participação e o envolvimento dos discentes era pequena. Observamos que o professor encontrou uma forma rotinizada de dar aula. Ele repreendia os alunos (as) por indisciplina poucas vezes, mesmo se grande parte deles (as) não estivessem trabalhando no interior da sala. Quando chamava a atenção de alguém da turma, mal olhava para o (a) estudante. Em alguns casos, deixava passar situações como se não estivessem ocorrendo na sala de aula. Um exemplo disto foi o celular de uma aluna que tocou alto e o professor não a repreendeu, nem mesmo deu a entender que havia escutado o toque do telefone. Para ele, o melhor era ignorar aquela situação do que se envolver nela. Não somente o fato do telefone celular, mas também um certo distanciamento do professor em relação aos alunos e alunas foi notado.

**Prof.:** Pessoal (...). Vamos parar de conversar, vocês parecem que estão contando história de botequim. Vamos parar com isso.  
Pode trabalhar. Eu já avisei que não é obrigado ter livro, mas tem que trabalhar. Este problema você tem que resolver.  
[Alunos não se manifestaram]

Muitos estudantes não desenvolviam as atividades propostas pelo professor, e este parecia distante da ambiência da sala de aula. Em várias ocasiões, fixava o olhar em um ponto e permanecia até ser interrompido, quando um aluno ou outro pedia a ele para buscar livros didáticos em outra sala. O docente parecia preocupado com alguma questão.

A relação da professora Teresa com os alunos e alunas não era muito diferente daquela desenvolvida pelo professor. Esta pouco oportunizava momentos

de questionamentos pelos estudantes. A frequência pela qual, os repreendia era grande, e durante a aula, eles se conservavam menos agitados que os alunos e alunas do professor Fábio. Teresa, a respeito da avaliação respondeu a um aluno:

**Prof<sup>a</sup>:** Se eu falasse que ia cobrar, você estudaria?

**Aluno.:** Eu estudaria, mas eu não ia dar conta de estudar tudo isso não.

**Prof<sup>a</sup>:** Dá conta sim....

**Aluno:** Mas a senhora vai cobrar?

**Prof<sup>a</sup>:** Como você dá conta? Fazendo esquemas. [...]

Ela sugeriu aos alunos a montagem de esquemas, que, segundo ela, seriam tabelinhas com as informações sobre os modelos atômicos. Na relação professor-aluno, observamos uma certa despreocupação dos docentes com a aprendizagem dos estudantes. Isto ocorre principalmente com o professor Fábio.

## **4.2 Aula de Química em foco: a apresentação do conteúdo**

No acompanhamento das aulas, percebemos que o assunto "Modelos Atômicos" foi estudado sob duas vertentes: Modelos Atômicos abordados de forma dispersa nos conteúdos de Química e como tópico específico do conteúdo.

Analisando os dados verificamos que o professor Fábio não desenvolveu "Modelos Atômicos" como tópico específico de conteúdo. Já a professora fez essa abordagem e ainda tratou a temática nos demais conteúdos de Química.

### **4.2.1 Modelos Atômicos abordados de forma dispersa nos conteúdos de Química**

No capítulo três, sobre Modelos, desenvolvemos uma reflexão sobre a utilização da linguagem química como uma forma de comunicar este pensamento à sociedade; um meio de intermediar o fenômeno com as explicações teóricas que acontecem em nível das representações, fundamentando-se em construções modelares. O desenvolvimento da idéia de átomo, moléculas, aglomerados iônicos, dentre outras, vai ocorrendo à medida que surgem propostas de representação na natureza atômica. Machado observa que,



Entendendo ciência como discurso, é possível considerarmos que a linguagem científica, e a linguagem química em especial, pode possibilitar aos sujeitos uma nova maneira de pensar/falar sobre o mundo. A linguagem científica possui características próprias, diferentes da linguagem comum, que foram historicamente estabelecidas ao longo do desenvolvimento da ciência como forma de registrar e ampliar o conhecimento científico (MACHADO, 2000, p. 152).

A linguagem química é pautada em questões modelares, sendo necessário um repensar a forma como esta é tratada em sala de aula, podendo gerar aprendizagem ou mesmo reforçar distorções.

Durante as observações, notamos que aspectos referentes aos modelos atômicos iam aparecendo à proporção que os professores utilizavam a linguagem química para comunicar o conteúdo.

**Prof. Fábio:** As moléculas no estado sólido estão mais presas. No estado líquido as moléculas deslizam, elas não são fixas num mesmo ponto. O estado gasoso, a gente vai observar que as moléculas estão em movimento.

O conceito de átomo é por si modelar. Como na Química a construção das estruturas moleculares dá-se pela união entre átomos, o conceito de molécula também é modelar. Assim, na fala dos professores, definições como moléculas, átomos, íons, isóbaros, isótopos, isótonos, substância, elementos químicos, misturas, dentre outros, possuem conotação de uma linguagem química de cunho modelar. As maneiras utilizadas como expressão do pensamento químico, a saber, os símbolos, as fórmulas e as equações, também constituem importante papel na formação do pensamento químico.

**Aluno:** Sim é o O<sub>3</sub>.

**Prof. Fábio:** O<sub>3</sub> é uma substância simples ou composta?

**Aluno:** Simples

Esta forma de comunicar o pensamento mediante a linguagem química, pelo uso da simbologia, é de grande importância para a aprendizagem em Química, pois contribui para o entendimento da multiplicidade de fatores dos diversos fenômenos; porém as confusões em torno da linguagem são grandes. Mortimer (1996, p. 3), em relação à representação simbólica das substâncias, assim se posiciona:

A fórmula  $H_2O$  nada mais é que uma representação da substância. Como tal devemos usá-la, apropriando-nos das informações que ela pode nos fornecer, mas tomando o cuidado de não confundi-la com a realidade da substância água, muito mais complexa e profunda do que aquilo que duas letras do alfabeto e um número permitem antever.

As fórmulas químicas ocupavam destaque na fala dos professores. Em muitas ocasiões, os docentes falavam a fórmula no lugar do nome da substância. O ozônio era chamado pelo professor apenas por  $O_3$ . Os alunos também desenvolvem aprendizagem de acordo com as falas dos professores. Assim, para aqueles alunos e alunas, o ozônio, (gás de grande importância natural que possui ação filtrante para os raios ultravioletas na estratosfera), seria provavelmente lembrado como  $O_3$ . Da mesma maneira, para a professora Teresa, a água é tratada várias vezes como  $H_2O$ , e não como a substância água.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Lei da Conservação das massas e lei das proporções constantes, ou seja, pra água existir vai ter uma **quantidade fixa de H que se combina com o O**. Pra ser  $H_2O$ , tem que ter esse tanto de H e esse tanto de O.

Verificamos, aí, um equívoco, ou seja, os professores tendem a acreditar na simbologia modelar como uma realidade, e a água passa a ser conhecida tão somente por  $H_2O$ . Assim, para esses professores, as diversas substâncias são conhecidas por suas fórmulas e símbolos mais que por suas propriedades em nível fenomênico. A importância da água para o ser vivo, a crise de água potável no planeta e a poluição deste recurso nem é mencionada pela professora.

Os Modelos Atômicos aparecem dentro do item "Modelos de estrutura interna da matéria" para a escola E1, e "A constituição da matéria" para a escola E2. Este assunto, segundo os planos de curso, seria desenvolvido, por ambos professores, após se tratar do conteúdo de Matéria e Energia (Anexo 02).

A seqüência dos conteúdos nas aulas dos professores, era diferente à do plano de curso. Em entrevista, sobre uma proposta de seqüência de conteúdos para o primeiro ano do ensino médio, o professor Fábio respondeu que segue mais ou menos aquela indicada pelo livro didático utilizado.

**Prof. Fábio:** Na medida que vem a abordagem do livro, vamos adaptando ou aproveitando algum gancho para deixarmos alguma coisa ali. Então a gente naturalmente segue a seqüência que tem no livro do Usberco; que seria a gente começar com matéria, definição de matéria. Eu procuro nessa definição de matéria chegar ao átomo e dali falar sobre o átomo sem falar especificamente sobre modelos atômicos.

O professor explicou também que a escolha de conteúdo é determinada pelos programas de processos seletivos na Universidade Federal de Uberlândia, como PAIES e vestibular.

**Prof. Fábio:** Como no programa do PAIES é sugerido número de oxidação, apesar de nós não trabalharmos no primeiro ano número de oxidação, nós colocamos no programa da escola. Até eu elaborei uma prova sobre este assunto, pois cai no PAIES, tentando fazer uma prova parecida com o que eles pedem.

Analisando esse programa, encontramos a temática indicada pelo professor, sobre número de oxidação<sup>7</sup>, logo após ligações químicas. No plano de curso (Anexo 02 da escola E1), não aparece número de oxidação, o que nos leva a acreditar que o professor segue mais o programa de acesso à Universidade do que a proposta de conteúdos de seu plano de trabalho.

As respostas da professora Teresa, em relação à seqüência de conteúdo, não foram muito diferentes daquelas apresentadas pelo professor Fábio. A professora acrescentou que é importante começar no primeiro ano do ensino médio partindo de situações mais simples, introduzindo para isto o conceito de átomo.

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Eu abordaria substância, reconhecimento de substâncias... Até falaria de átomo, muito por cima, pois é difícil falar de substância, de elemento químico, sem falar de átomo. Eu acho que uma definição, uma noção de que seja átomo sem falar de modelos seria importante.

Os professores tratam o átomo como uma partícula formadora da matéria constituída por núcleo – onde estariam os prótons e os nêutrons – e as eletrosferas, onde estariam os elétrons. Segundo o livro didático adotado pelos professores, os estudos sobre matéria, energia e temperatura, são abordados sem os conceitos de átomos, ou de modelos. Para explicar definições de elemento químico e substância,

<sup>7</sup> PAIES – Programa Alternativo de Ingresso ao Ensino Superior - Manual do Candidato, Universidade Federal de Uberlândia, 1<sup>a</sup>. etapa 2002/2005.

o livro apresenta o desenvolvimento do modelo de Dalton. Já os docentes trazem a noção de átomo mais próxima ao modelo de Rutherford (1911) e não de Dalton (1808), como propõe o livro didático para desenvolver a mesma temática.

A professora Teresa afirmou em entrevista, que a noção de átomo no início de um curso de Química para ensino médio facilitaria o desenvolvimento do estudo desta ciência, pois considera que os alunos e alunas possuem dificuldade de apreender este conteúdo distante deste conceito.

**Profª. Teresa:** Até pra falar em mudança de estado físico, precisamos do conceito de moléculas. Mas o que é uma molécula para o menino? Você vai ficar falando dos estados físicos sem falar de átomo?

O professor Fábio, explicou que a abordagem conceitual de átomo no início do ano não é reflexo de nenhum material didático e sim de sua prática docente, o que colabora na aprendizagem posterior dos alunos e alunas:

**Prof. Fábio:** Eu aproveitei para trabalhar os conceitos principais de átomo, pois logo vamos desenvolver o estudo da distribuição de Pauling, e se eu não fizer deste jeito, parece que fica meio jogado.

Ele parece refletir em sala de aula, aspectos metodológicos de sua formação acadêmica que tem em seu currículo estudos da natureza atômica no início do curso de Química. A carência de parâmetros de formação profissional, no que tange à constituição do ser professor, leva os docentes a reproduzirem modelos didáticos de seus professores do ensino secundário e principalmente superior. Assim, há uma tendência em se manter uma tradição metodológica de ensino que se pauta em currículos antigos, livros didáticos e em técnicas educacionais ultrapassadas.

O estudo inicial de Química tanto para o professor como para a professora, apesar de trazer questões do nível fenomenológico, como substância, mistura, separação de misturas, é tratado intensamente no nível teórico e representacional. Verificamos uma inversão estrutural da construção do saber químico, ou seja, trabalha-se em nível de teorias, símbolos e representações, sem se referendar ao campo dos fenômenos macroscópicos (SILVEIRA, 2000, p.13). Os professores fazem opção por desenvolverem noção do átomo para posteriormente estudar

substâncias, por exemplo, conceituando-as como conjunto de moléculas iguais, consoante ao livro didático adotado.

Um assunto vastamente explorado pelos professores acompanhados nas salas de aula é o conceito de isótopos, isóbaros e isótonos. Tais conceitos apareciam depois da abordagem da noção de átomo e do estudo de substância e mistura. O tratamento dado a esse tópico é bastante matematizado, havendo pouca relação dos esquemas matemáticos propostos com o conhecimento químico propriamente dito. Todos os exemplos utilizados são genéricos, e não se estuda a importância dos isótopos na Medicina, Biologia, ou na Ciência de forma geral. Não há nenhum tipo de contextualização ou mesmo exemplos da importância desse estudo.

O estudo de isótopos, isótonos e isóbaros é questionável. Silveira (2000, p. 55) relata que os conteúdos de Química podem ser melhor apreendidos pelo aluno/aluna, caso haja uma contextualização destes com os diversos fenômenos e materiais existentes. Nas aulas pesquisadas, os professores não faziam essa relação, ou seja, o estudo ficava limitado a exercícios desvinculados de fatos reais, que poderiam facilitar a compreensão dos estudantes. Os professores realizaram muitos exercícios sobre essa temática. O professor Fábio, por exemplo, dispôs cerca de quatro aulas para a execução de exercícios dessa natureza. Tais atividades eram copiadas no quadro para os alunos/alunas.

**Prof. Fábio** [no quadro]: Com relação aos átomos A, B e C sabemos que A e B são isótopos, A e C isótonos, B e C isóbaros. A soma dos números de prótons de A, B e C é 152 e a soma dos números de nêutrons de A, B e C é 158. O número de massa de A é 102. Calcular o número de massa, prótons e nêutrons desse átomo.

Observamos que o assunto não está contemplado no plano de curso, conforme pode ser observado no Anexo 02 da escola E1 e, mesmo assim, foi amplamente estudado nas aulas. Na escola E2, a proposta é o estudo do reconhecimento de átomos isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos (Anexo 02). Nada foi proposto sobre a aplicabilidade dos isótopos. Na resolução dos exercícios destes conceitos, os alunos/alunas se prendiam ao desenvolvimento dos exercícios, o que os faz permanecer em atividade durante algum tempo. Durante a realização

das atividades deste conteúdo, o professor Fábio, muitas vezes, não permanecia ali, ficando ausente por até vinte minutos da aula.

Sobre a abordagem matematizada desses conceitos, os professores manifestaram uma tendência cartesiana ao serem questionados sobre a forma de lidar com o conhecimento químico.

**Prof. Fábio:** Eu tenho tendência de ir pro lado da matemática. **Em tudo que eu posso trabalhar ou puxar pro lado da matemática, eu faço**, pois eu gosto muito; eu não sei se isto é falha minha, pois acho que isto ajuda no raciocínio. Eu acho que sempre vai evoluir o raciocínio do menino se for tratado a química puxando para a matemática.

A temática dos isótopos exige um conhecimento que, muitas vezes, vai além daquilo disposto nos livros didáticos adotados. Os professores precisariam desenvolver um estudo sobre as aplicações e as importâncias científicas e sociais de átomos semelhantes, como o carbono 13 e 14, o hidrogênio deuterado, e trítio, o cobalto 59 e 60, dentre tantos outros. Caso contrário, essa temática fica limitada apenas às apresentações segundo o livro didático. Neste, o tratamento dado é de cunho matematizado e sem apresentar fatos reais de aplicabilidade dos átomos isótopos. Percebemos, então, um condicionamento dos professores em abordar algumas temáticas de modo semelhante ao livro didático.

A matematização do ensino pelos professores é muito forte não somente em Química, mas também na Física e na Biologia (especificamente na genética). Semelhantemente ao relatado pelo prof. Fábio, alguns professores acreditam que a abordagem escolar quanto mais próxima da Matemática, mais conduz os alunos e alunas aos níveis desejáveis de raciocínios. Isto acaba implicando uma baixa exploração do próprio fenômeno estudado, como no caso do conceito de isótopo.

Outro item a ser destacado em relação a essa temática são os aspectos modelares sobre isótopos, isóbaros e isótonos, que não são contemplados nesse estudo pelos docentes. A professora Teresa assim se posiciona com relação a esta questão:

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Na escola, não se relacionam isótopos, isóbaros e isótonos à modelos não. O que fazemos é relacionar estes termos entre si. Eu trabalho o normalzinho desta parte. O que é um isótopo por exemplo? Eu trabalho probleminhas matemáticos. Adoro isso aí. Porém os alunos têm dificuldade nesta parte, pois não sabem retirar os dados dos problemas, organizá-los e trabalhar com eles.

Ela demonstrou não conhecer as aplicações de isótonos e isóbaros. A aplicabilidade dos isótopos era abordada, quando aparecia, nos enunciados dos exercícios do livro.

Um outro tópico tratado pelo professor Fábio, no qual aparece a simbologia química e os modelos, é o balanceamento de equações químicas. Ele consome boa parte do segundo bimestre ensinando esse conteúdo, por tentativa e por método algébrico e resolvendo exercícios referentes a esse assunto. O tema está relacionado com as questões modelares, pois trabalha com o equacionamento de reações químicas. A temática deveria ser abordada, segundo o plano de curso dos professores, apenas no quarto bimestre. Nesse momento, de acordo com esta proposta (Anexo 02, escola E1), o aluno/aluna já teria estudado as propriedades da matéria, sua estrutura interna, as funções inorgânicas e, por fim, as reações químicas em que estaria o assunto balanceamento de reações. A matematização no ensino de Química aparece novamente no balanceamento das equações químicas.

Desta forma, o professor explica o método de balanceamento por tentativas, considerando, contudo, que o algébrico contribui mais para o desenvolvimento intelectual dos alunos e alunas. Este método, configura-se pela montagem de equações matemáticas com incógnitas, que são os coeficientes das equações químicas. Aspectos referentes ao fenômeno químico, a que a equação ilustra de acordo com as reações químicas, são omitidos.

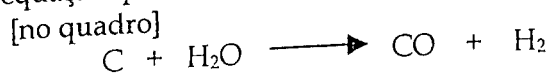
Exemplificando a questão, o docente ao abordar o balanceamento da equação do carbonato de cálcio com ácido nítrico, poderia estudar a acidez das chuvas pela presença do ácido nítrico, a destruição dos monumentos de mármore composto por carbonatos quando em contato com chuvas ácidas, à formação do gesso por meio desta reação, ou mesmo a importância do gás carbônico liberado na reação

apresentada. Salientamos que a Química estuda os fenômenos buscando explicações teóricas. O foco principal da Química é a transformação e não somente os aspectos matemáticos que se podem estabelecer nos fenômenos. A omissão, portanto, das questões fenomênicas limita o estudo de Química a questões de baixo valor educacional, no sentido de uma aprendizagem memorística, que traz à tona o dogmatismo empírico do positivismo.

Durante as observações, notamos a importância subjetiva dada aos Modelos Atômicos, que apareciam diversas vezes na exposição do conhecimento químico. Verificamos, ainda, a dificuldade dos professores em trabalhar com os fenômenos químicos em nível macroscópico.

Alguns termos, como elemento químico, substância, moléculas, íons, dentre outros, apareciam constantemente na fala dos professores.

**Prof. Fábio:** Se tiver dois ou mais elementos químicos, é substância composta. Por exemplo, o monóxido de carbono, CO, [no quadro]. Como tem mais de um elemento químico, então é substância composta. Olha este exercício n. 3, vocês têm que ficar atentos, pois traz uma equação química. O que está escrito? Fala pra mim.



Você vai observar que toda equação química antes da seta tem os reagentes. Na 2ª parte, você tem os produtos. Nós já sabemos que os elementos que são encontrados nos reagentes estarão nos produtos.

Os conceitos são explorados sem estabelecer relações com o cotidiano do aluno. Notamos, assim, uma característica nas aulas de se abordar o conhecimento químico no campo de teorias e representações, com poucas ou nenhuma situação cotidiana macroscópica a ser discutida com os discentes.

#### *4.2.2. Modelos Atômicos abordados como tópico específico de conteúdo*

Os planos de curso fornecidos pelos professores apresentam a proposta de tratar uma unidade referente aos Modelos Atômicos como tópico específico. O professor Fábio sinalizou que a abordagem dessa unidade ocorreria logo após o



estudo de substância e mistura, conforme indicado no plano de curso (Anexo 02, escola E1). Porém isto não ocorreu, evidenciando um desencontro entre o plano de curso e sua ação em sala de aula. Nos momentos em que o docente faz menção de trabalhar Modelos Atômicos, acreditamos ser mais pelo motivo da pesquisa ter sido apresentada relativa a este assunto. Contudo, mesmo assim, notamos que o professor se esquivava de iniciar a temática, até sermos comunicados que não seria possível seu desenvolvimento, pois era necessário, segundo ele, selecionar os conteúdos mais importantes para cumprir o programa. Em entrevista, afirmou não ver muita importância em abordar "Modelos Atômicos", e relata que apesar de o programa trazer uma unidade sobre este assunto, ele não possuía a *intenção* de trabalhá-los, em aula.

**Prof. Fábio:** Eu não sei se ajuda o adolescente trabalhar com modelos. Eu acho que pra Química deve contribuir, sim, pra evolução da Química. A Química trabalha com modelos e teorias, então é necessário trabalhar com modelos. Mas eu não trabalho com modelos não.

Embora o professor afirme não trabalhar com modelos, registramos, uma tendência sua, em adotar um modelo que considera mais didático, que é o modelo de Rutherford (1911), motivo pelo qual o faz conceituar átomo consoante a essa representação.

**Prof. Fábio:** Eu não trabalho com outro modelo não. Apenas com o de Rutherford, mas eu nem falo de modelo, fica implícito. Não trabalho com nenhum outro modelo, nem o de Thomson, nenhum outro específico.

Analisando seu posicionamento, observamos o porquê de ele esquivar-se em abordar Modelos Atômicos, pois não considera esta temática de importância para o ensino, apesar de revelar que, para a Química, enquanto Ciência, exista um valor de construção e elaboração conceitual. Ao afirmar que "nem fala de modelo", embora eleja as idéias atômicas de Rutherford, o docente assume este modelo, como o próprio átomo, evidenciando uma concepção substancialista e realista deste.

A temática de Modelos Atômicos, abordada como tópico específico de conteúdo, foi apresentada apenas pela professora Teresa. A proposta de trabalho dela, em relação a esse assunto, iniciava-se com o desenvolvimento de um estudo na

biblioteca do Colégio, realizado pelos alunos/alunas. Segundo a professora, o estudo contribui para que eles(as) adquiram informações úteis para facilitar posteriores elaborações conceituais desta matéria em sala de aula.

A avaliação desse trabalho realizado pelos estudantes, auxiliou-a para preparar suas aulas. A forma como a professora trata esse assunto inclui: um trabalho realizado pelos discentes; a avaliação deste trabalho; um estudo bibliográfico feito por ela sobre a temática; a idéia de modelos como representação e o desenvolvimento histórico na construção dos modelos, desde Leucipo (aproximadamente 300 a.C.) até Linus Pauling (1901-1994). São realizados poucos exercícios acerca dessa temática, e a professora avalia os alunos sobre o assunto em prova bimestral. A professora preparou uma apostila para melhor tratar o assunto com os estudantes em sala de aula.

**Prof<sup>a</sup> Teresa:** Eu senti uma deficiência muito grande no trabalho que vocês fizeram, tanto é que vocês viram as notas. [...] O que eu vi muito no trabalho de vocês era o que? Primeiro, talvez um pouco de falta de pesquisa de bibliografia. A escola não oferece grande bibliografia. Então, o que eu resolvi fazer? Uma pesquisa, é claro que não é uma pesquisa detalhada, pra vocês terem uma melhor noção.

Este material, foi realizado, segundo ela, com livros do ensino superior e médio. É intitulado por: "A Evolução dos Modelos Atômicos", e apresenta: resumo das raízes históricas (fazendo referência aos filósofos gregos), Teoria Atômica de Dalton, Modelo Atômico de Thomson, descoberta da radioatividade, Experiência de Rutherford e à proposta do Modelo de Bohr, conhecido como Modelo de Rutherford-Bohr. Verificamos neste material, os modelos que a professora considera importantes serem estudados no ensino médio: Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr. No final da apostila, há dois parágrafos introduzindo a Mecânica Quântica, a saber, o Princípio da Incerteza de Heisenberg, o comportamento dual onda-partícula de De Broglie, os trabalhos de Planck e Einstein sobre a quantização de energia no átomo; porém apenas sendo citados, sem posteriores explicações.

A professora Teresa utiliza o termo "evolução atômica", não somente na apostila, bem como, durante suas aulas.

Prof<sup>a</sup> Teresa: É claro que eu não vou pedir descreva toda história da Evolução atômica. Não vou pedir para você fazer uma redação escrevendo toda evolução.

Esse termo dá idéia de que o conhecimento não estático; está em constante construção. Consideramos o termo “evolução” adequado para o estudo de Modelos Atômicos, posto que o processo de construção das representações na Química não é linear, podendo ser modificado com os avanços científicos e tecnológicos.

Para a professora, a evolução atômica se dá conforme a cronologia histórica linear. Assim, ela apresenta o conteúdo informando os períodos de elaboração de alguns modelos, e os fatos importantes de seus estabelecimentos.

Prof<sup>a</sup> Teresa.: Por que quando eu pedi os Modelos Atômicos, vocês começaram onde? Lá em Dalton. **Só que antes de Dalton tiveram algumas coisas importantes pra Dalton estabelecer o modelo dele.** Outras coisas que eu vi muito até aqui: fulano descobriu o elétron, fulano descobriu o próton e ninguém descobriu o nêutron. Então, nesse trabalho aqui que eu digitei pra vocês, tem mais ou menos um período de tempo e as pessoas que descobriram de fato as partículas fundamentais. **Primeira coisa, quando nós vamos fazer o modelo, fazer entre aspas né, nós temos que saber o que? Que nada nasce por acaso.**

Observamos também que a professora tenta ser cuidadosa ao citar o “fazer modelo”, o que, segundo ela, é entre aspas. Nota-se uma preocupação com a forma pela qual esse assunto seria introduzido para não gerar concepções errôneas. A professora, demonstrou ter preocupação com a forma como a Química tem sido ensinada no que tange ao tópico apresentado, revelando uma tendência de formação mais atual, visando discutir questões didático-metodológica no ensino dessa disciplina.

#### 4.3 As formas de abordagem

As formas pelas quais os professores trabalham os conteúdos químicos são muito importantes para análise do conhecimento construído em sala de aula. A utilização de um tipo de aula, e a abordagem didática, como também, as concepções

dos docentes colaboram no entendimento de suas posturas frente a tal conteúdo na produção do conhecimento químico escolar.

Salientamos que não estamos buscando, com a pesquisa, o “certo” ou “errado” no desenvolvimento das aulas de Química. No capítulo dois, apresentamos algumas tendências metodológicas, que acreditamos colaborar para um ensino mais eficaz. Porém isto significa toda uma preparação na abordagem dessas tendências, o que, em muitos casos, falta aos professores, seja na formação inicial, seja na falta de uma formação continuada, de leituras e estudo sobre o relato das pesquisas no ensino de Química. A nosso ver, a produção do saber se dá na interface conhecimento-possibilidade, ou seja, os professores utilizam os dispositivos de ensino, à medida que conseguem enxergá-los como válidos naquela construção. Isto implica o docente ter um preparo para lidar com o material didático, os laboratórios, os alunos e as alunas, as diversas tensões..., enfim, administrar seu fazer metodológico reflexivamente. Não existe um padrão de ensino. Não se pode engessar a ação do docente no interior da sala de aula, porém as pesquisas dos processos de ensino-aprendizagem podem contribuir para que ele consiga discutir elementos que lhe possibilitem produzir, junto aos alunos, conhecimentos que possam auxiliá-los no exercício de sua cidadania.

A seguir, destacamos cinco aspectos da abordagem dos conteúdos de Química identificados durante as observações das aulas: Tendências metodológicas, Aspectos históricos na produção de Modelos Atômicos, Material didático utilizado, Analogias e Concepção dos professores sobre modelo.

#### *4.3.1 Tendências metodológicas das aulas observadas*

As aulas do professor e da professora eram expositivas, utilizando quadro e giz. Os professores falavam o tempo todo. Algumas vezes, parecia-nos que os professores estavam falando sozinhos, pois narravam exaustivamente o tópico estudado. Os alunos não participavam muito das aulas, fazendo poucas perguntas

ou comentários. O trabalho do professor era rotineiro, sem muitas alterações de posturas, metodologias, falas e formas de abordagem.

Segundo Tardif; Raymond (2000, p.233), os professores, de uma forma geral, apresentam tendências de rotinizar o trabalho docente.

[...] as rotinas são meios de gerir a complexidade das situações de interação e diminuir o investimento cognitivo do professor no controle dos acontecimentos. À semelhança dos modelos cognitivos simplificados da realidade, as rotinas são modelos simplificados da ação: elas servem para estruturar os atos através de uma maneira de agir estável, uniforme, repetitiva. Elas dão, assim, ao processo a possibilidade de reduzir as mais diversas situações a esquemas regulares de ação, o que lhe permite, ao mesmo tempo, concentrar sua atenção em outra coisa.

O professor Fábio conta, aproximadamente, vinte anos de magistério, estando numa fase classificada, por Tardif, de desinvestimento e rotinização, e sugere uma forma de dar aula tipicamente dele, e que funciona, aparentemente, bem na sala. Apesar, por exemplo, de os alunos e alunas conversarem, o professor não se incomoda muito com aquela situação.

A professora Teresa também utiliza exposições em suas aulas. Esta se prendeu a fatos históricos no desenvolvimento do conteúdo Modelos Atômicos, apesar de não aparecerem no plano de curso (Anexo 02, escola E2), ou mesmo, no livro didático adotado. Não houve muita participação dos alunos e alunas, mesmo eles tendo desenvolvido um trabalho prévio do assunto. A docente conta menos tempo de magistério (cinco anos) que o professor Fábio. Ela tem maior preocupação em desenvolver um trabalho diferenciado e que vá ao encontro das tendências atuais. Em muitos momentos de indisciplina, a professora pára a aula chamando atenção dos alunos e alunas. Segundo Tardif, ela se encontra numa fase de sua carreira denominada de estabilização e de consolidação.

A fase da estabilização e consolidação (do terceiro ao sétimo ano), em que o professor se investe em longo prazo na sua profissão e os outros membros da organização reconhecem que ele é capaz de fazê-lo. Essa fase se caracteriza também por uma confiança maior do professor em si mesmo, pelo domínio dos diversos aspectos do trabalho, principalmente os aspectos pedagógicos (gestão de classe, planejamento de ensino, assimilação pessoal dos programas etc), o que se manifesta em um melhor equilíbrio profissional e, segundo Wheeler (1992), em um interesse maior pelos problemas de aprendizagem dos alunos; em outras palavras, o professor está menos centrado em si mesmo e na matéria e mais nos alunos (TARDIF, 2000, p. 228).

Esse situar os professores em suas fases de carreira docente colabora na compreensão de alguns porquês da maneira como direcionam o seu trabalho. Devemos considerar que isto se dá relacionando-se múltiplos fatores, e que, nessa maneira apresentada por Tardif; Raymond, estão imbricadas outras várias questões, não apenas em função do tempo cronológico, como também em função dos acontecimentos constitutivos que marcam a trajetória profissional, incluindo as condições de exercício da profissão.

#### *4.3.2. Aspectos históricos na produção dos Modelos Atômicos*

A utilização da História da Química no desenvolvimento do ensino é de valor educacional, uma vez que possibilita uma reflexão sobre a dinamicidade na qual está inserida a produção da ciência no mundo. Não se faz ciência descolada dos acontecimentos sócio-político-econômicos de um país. Segundo Maldaner (2000, p.165),

Dentro de uma concepção histórico-cultural de ensino e aprendizagem, de aluno e professor, de matéria e currículo, é possível melhorar sensivelmente, o nível de conhecimento químico aprendido na escola. Para isso temos de 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 adequado, apenas, para quem já conhece química.

Acreditamos na abordagem histórica como proposta metodológica do conhecimento químico, porém há necessidade de rever a formação dos professores. Como se dá a utilização da história como recurso metodológico no ensino de

Ciências? Verificamos um certo despreparo dos professores em relação ao ensino de Química por intermédio dos aspectos históricos. O professor Fábio, por exemplo, afirma não possuir muitas informações sobre a História da Química.

**Prof. Fábio:** Não que eu não ache importante, mas eu não gosto de história de maneira alguma. A minha dificuldade em trabalhar com história, me dificulta em tratar qualquer coisa relacionada à história. Eu gosto de trabalhar a matemática. [...] eu não gosto de trabalhar história da Química.

Embora reconheça a importância do ensino de História da Química, esse professor relata que, apesar de não trabalhar historicamente, quando o livro didático traz alguma questão relacionada a essa forma de abordagem, ele recomenda a leitura, pede aos alunos/alunas que resumam, e, ao final, dá "visto" sem discutir aquelas questões.

Os aspectos históricos da produção do conhecimento químico, não são conteúdos específicos, como eletroquímica, substância e mistura, dentre outros; são, contudo, abordagens metodológicas imbricadas no próprio saber produzido cientificamente bem como no saber escolar. Não se faz conhecimento sem história. O professor Fábio revela que, na sua formação, nunca estudou História da Química e a importância de sua abordagem na produção do conhecimento escolar. Notamos, então, que tal aspecto vai além do gostar ou não de história, o que é, antes de tudo, uma deficiência em seu processo de formação como professor.

Novamente nos deparamos com uma situação desconfortável para os professores: não há subsídios de história em sua formação, e a abordagem histórica na escola, quando realizada, o é de acordo com entendimento dos professores em relação a essa temática. É necessária na formação continuada da prática, uma busca constante por atualizações que contemplem aspectos históricos de formação do pensamento científico.

A professora Teresa procura desenvolver o ensino de Modelos Atômicos com enfoque histórico, relatando que foi discutida em sua formação inicial, a importância dessa abordagem, porém nunca estudou História da Ciência ou da Química especificamente.

**Prof<sup>a</sup> Teresa:** Eu acho interessante trabalhar com história. A história me ajuda, não só a mim, mas também aos meninos. Não foi por acaso que alguém formulou um modelo. Eu acho que esta parte histórica leva os meninos a entenderem melhor.

A professora faz uma avaliação sobre seu trabalho na linha de história, e demonstra que, apesar de não conhecer profundamente História da Ciência, afirma que esta é a melhor forma de abordar os Modelos Atômicos.

**Prof<sup>a</sup> Teresa:** Eu já trabalhei de outras maneiras. Já trabalhei igual ao livro didático. Chego lá e jogo os modelos no quadro. O de Dalton, o de Thomson e o de Rutherford. Mas assim é muito chato. Os meninos não acham interessante, enquanto que falando de história eles se interessam mais.

Ela elege vários estudiosos envolvidos na evolução dos Modelos Atômicos. Na aula, ela coloca os nomes no quadro e narra a trajetória de cada um deles na construção das representações da estrutura atômica.

**Prof<sup>a</sup> Teresa:** [quadro]

A evolução dos modelos atômicos

1. filósofos gregos
2. Leucipo e Demócrito
3. Aristóteles
4. Paracelso
5. Dalton
6. Tales de Mileto
7. Crookes
8. Thomson
9. Goldstein
10. Becquerel e Curie
11. Rutherford
12. Chadwick
13. Rutherford-Bohr.

Apesar dos vários nomes citados, a professora deixa transparecer para os alunos/alunas que só alguns deles são realmente importantes.

**Prof<sup>a</sup> Teresa:** Então, é o básico. Básico, básico mesmo. Se eu perguntar como é o **modelo de Dalton**, você tem que ter a idéia que o átomo é esférico, maciço e indivisível. Como é o **modelo de Thomson**? Ele é um pudim de passas. Já entra a idéia de divisão. Pra Thomson o átomo já é o que? Divisível. Então você precisa saber de todos os detalhes? Não, você precisa saber o que? O elementar, o que faz a diferença entre um modelo e outro. **Saber também que os prótons e elétrons foram propostos no modelo de Rutherford.**



A professora indica os modelos de Dalton, de Thomson e de Rutherford como aqueles com que deveriam se preocupar mais os estudantes. Segundo o plano de aula da escola e o livro didático<sup>8</sup>, esses seriam os modelos a serem abordados. (ver Anexo 02, escola E2).

Sobre os estudiosos selecionados pela professora para o estudo histórico sobre Modelos Atômicos, ela assim se posicionou durante a entrevista:

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Eu falei desde o começo de Leucipo, Paracelso, e vários outros. Eu não conheço outros nomes nesta parte da antiguidade, mas acho que estes são os mais importantes. Os mais próximos e cobrados são os últimos. [fazendo referência a Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr.]

Sua fala aponta para uma realidade no sistema educacional: as influências dos programas de acesso à Universidade local (PAIES e Vestibular) nos planos de cursos dos professores de Química das escolas. Observamos que as idéias de Dalton, Thomson e Rutherford e Bohr, constam do programa proposto para o ingresso àquela instituição superior, semelhantemente às que a professora apresenta em seu plano de curso, embora a docente aborde com seus alunos e alunas outros estudiosos da evolução atômica.

Sobre a escolha de alguns modelos, a professora Teresa orienta os estudantes a elaborarem uma "tabelinha", considerando importante o descobrimento das partículas subatômicas (prótons, nêutrons e elétrons).

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** **Elétrons, quem descobriu.** Escreve lá faz uma tabelinha. O nome foi dado por fulano, e a carga por ciclano. Já é o que? Uma referência. Como eles descobriram? Eles fizeram um tubo totalmente fechado, tinha gases nesse tubo, tinham duas placas elétricas, o que eles fizeram? Ligaram na tomada, forneceram corrente e viram que acendeu uma luz no tubo. Pra você estudar, tente fazer o mais simplificado possível. Do jeito que você consiga entender, ou seja, um resumo com as suas palavras.

A proposta da professora em construir esta tabela, parte do princípio de que os alunos e alunas devam conhecer principalmente a representação de modelo que

<sup>8</sup> USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química*. 4<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Saraiva, 1999. volume único, 607 p.

considera, tais partículas subatômicas. O que mais se aproxima de sua exposição é o modelo de Rutherford.

Antes de tratar a temática "A constituição da matéria" (Anexo 02, escola E2), a professora, estuda com os alunos e alunas o Diagrama de Linus Pauling na distribuição de elétrons em níveis e subníveis eletrônicos, de acordo com sua energia. A proposta modelar de Linus Pauling reúne um conjunto de considerações a respeito dos modelos de Dalton (1808), Thomson (1878), Rutherford-Bohr (1911-1915), De Broglie (1924), Sommerfeld (1918), Erwin Schrodinger (1926), dentre outros. No desenvolvimento desse modelo, os estudantes devem ter noção de partículas subatômicas, núcleo dos átomos, níveis e subníveis eletrônicos, elemento químico, e, ainda, sobre as representações dos diversos elementos existentes.

A abordagem de Modelos Atômicos focados em Rutherford-Bohr pelos professores se dá, segundo eles, por esta representação de átomo reunir uma série de outros elementos de natureza modelar, que auxiliariam na compreensão da Distribuição eletrônica de Linus Pauling. Este assunto é trabalhado no início do ano com os estudantes, mesmo não sendo tratada a temática da construção das representações do átomo de modo específico. Esse conceito, apresentado pelos professores, é o de "uma partícula que possui um núcleo, contendo cargas positivas (prótons) e massas sem cargas (nêutrons), e as eletrosferas, que contêm os elétrons (carga negativa)."

Há, portanto, uma inversão na seqüência dos conteúdos do plano de curso da professora (Anexo 02, escola E2). Ela trabalhou com a noção de átomo, adotando o modelo de Rutherford-Bohr, seguido do estudo de Linus Pauling, e distribuição eletrônica, para, depois, estudar "Modelos Atômicos", seja numa unidade destinada ao assunto, seja apenas inseridos no bojo dos diversos conteúdos de Química. A professora apresenta uma tendência em trabalhar a Química de forma teórica, dando ênfase às representações de átomos, distribuição de elétrons, mesmo sem discutir aspectos referentes à limitação e à provisoriedade desses modelos.

Observamos, tanto com o professor Fábio, quanto com a professora Teresa, que eles consideram como atual o modelo de Rutherford-Bohr.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** E hoje a gente sabe, pelo menos pelo modelo que a gente tem, que não é isso.[...] Com o nêutron, deu-se o **modelo mais completo e atual que até agora explica a ocorrência de vários fenômenos.**  
[professora relatando sobre o Modelo de Rutherford-Bohr.]

Sabemos que, didaticamente, no ensino médio, o modelo de Rutherford-Bohr é bastante explorado para introduzir o Diagrama de Linus Pauling. Usberco, J.; Salvador, E. (1999, p. 9), no manual do professor, afirmam:

[...] a partir do modelo de Bohr, e tendo a idéia de que eletrosfera é dividida em camadas (níveis) de energia, explicar e relacionar os níveis com os subníveis e apresentar o diagrama de Linus Pauling. Acreditamos que esse diagrama deva ser bem explorado com vários exemplos, ressaltando, na distribuição eletrônica, o número de elétrons na camada (nível) de valência. Salientar que esse diagrama nos fornece uma comparação da energia dos subníveis.

Dessa forma, entende-se que, a preferência desses professores é adotar o modelo de Rutherford-Bohr para introduzir a distribuição eletrônica. Esta, por sua vez, em seu processo de construção, tem contribuições da mecânica quântica, que é praticamente posterior à Rutherford-Bohr. Assim, verificamos uma distorção de conhecimento na formação da professora ao optar por esse modelo como sendo o mais completo e atual.

Os professores não deixam claro que estas representações são provisórias e limitadas, não explicando vários fenômenos. Ao afirmar que eles são os mais completos e atuais na ciência Química, demonstram o desconhecimento das contribuições da mecânica quântica na construção da idéia do átomo. Os modelos vão sendo modificados, à medida que não explicam novos fenômenos.

Segundo Hein, M.; Arena S. (1996, p.183)

Os cálculos de Bohr tiveram grande sucesso ao correlacionar as linhas espectrais observadas experimentalmente com os níveis energéticos dos elétrons no átomo de hidrogênio. Os métodos de Bohr não tiveram, entretanto, sucesso com átomos maiores. Era necessário mais trabalho teórico em estrutura atômica.

As limitações do modelo de Bohr foram verificadas doze anos depois de sua proposta, em 1912. Tal modelo atômico, aplicou a teoria quântica da radiação desenvolvida por Planck e Einstein ao átomo nuclear de Rutherford, ficando conhecido como modelo de Rutherford-Bohr (KAPLAN, 1978, p.116). Este último, não é o atual e o mais completo, servindo de base para mecânica quântica iniciada por Louis De Broglie, em 1924. Mahan (1977, p.317) faz referência ao modelo de Rutherford-Bohr, como a *teoria quântica antiga*.

Na teoria quântica antiga de Bohr, foi necessário postular ou presumir a existência de números quânticos. Isto não é assim na mecânica quântica moderna. Tudo o que necessitamos admitir é o princípio muito mais geral de que a equação de Schrodinger descreve corretamente o comportamento de qualquer sistema atômico.

Os professores demonstraram desconhecer os princípios da mecânica quântica moderna, que se baseia numa nova teoria física (teoria quântica da radiação térmica introduzida por Planck em 1901 e aplicada à luz por Einstein em 1905), diferente da física clássica (mecânica newtoniana, eletromagnetismos de Maxwell e termodinâmica). Bohr foi quem apresentou a primeira tentativa bem sucedida desta nova teoria física, porém ao propor seus postulados, ele reúne aspectos da mecânica clássica com algumas idéias quânticas, conduzindo sua teoria a uma série de dificuldades e limitações como: a trajetória do elétron em torno do núcleo em órbitas planetárias, aplicação deste modelo a átomos mais complexos que o de hidrogênio e hélio ionizado, a forma que Bohr possui de apresentar os elétrons como partículas e a proposta incompleta dos números quânticos. A idéia de Bohr é aprimorada por meio das contribuições da mecânica quântica com grande expressão em: de De Broglie, que considera o elétron com comportamento onda-partícula; Schroedinger por deduzir uma equação matemática que expressa a dupla natureza ondulatória e corpuscular da matéria o que determinou prováveis pontos de manifestação do elétron, chamados de orbitais; Heisenberg sobre a impossibilidade de determinar a posição e a velocidade do elétron ao mesmo tempo; dentre outros.

Esta nova teoria física, tem segundo Kaplan suas desvantagens:

Primeiro, a mecânica ondulatória não permite que a estrutura do átomo seja representada da maneira familiar. Os conceitos a partir dos quais a teoria é construída são mais abstratos que aqueles da teoria de Bohr e é um tanto difícil obter uma compreensão intuitiva do problema da estrutura atômica. Segundo, os métodos matemáticos são consideravelmente mais avançados do que aqueles da antiga teoria. Portanto, o modo de descrição de Bohr, a partir do qual as características essenciais dos fenômenos atômicos podem ser facilmente deduzidas, é ainda muito usado (KAPLAN, 1978, p.129).

Em função de sua complexidade, entendemos porquê a mecânica quântica não é estudada no ensino médio. Não estamos defendendo a idéia de que esta teoria seja difundida aos estudantes deste nível de ensino, porém, não é adequado os docentes adotarem o modelo atômico de Rutherford-Bohr como o atual na ciência Química sem observar que há outras descobertas que alteram esse modelo. Isto tem como consequência a construção de concepções errôneas sobre a Química que se ensina nas escolas.

A forma pela qual a professora entende a construção dos modelos atômicos se dá via observação.

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Só que, antes de Dalton, tiveram algumas coisas importantes para o estabelecimento de seu modelo [...] Então os principais feitos científicos aconteceram depois do que? De observação. Eu não posso chegar aqui e falar - essa carteira é formada disso ou disso, se eu não faço uma análise, se eu não observo a carteira. **Então antes de qualquer modelo, teve algumas observações.**

Os modelos como representação da realidade, na tentativa de explicá-la, são construídos, como base na observação do meio natural, porém é a impossibilidade de se conhecer detalhadamente o compositivo da matéria, que impulsiona a elaboração das diversas representações ou modelos.

Com relação à construção científica, a professora faz referência à experimentação. A concepção empirista de ciência, observação-experimentação-teoria, vai aparecendo durante a fala da professora em sala de aula.

Prof.<sup>a</sup> Teresa: Dalton também, não tirou o modelo dele do nada, foi baseado em fatos experimentais; é da experiência que Dalton tirou o modelo. [...] Essas foram as observações que ele fez sobre sua experiência. Observações para ele concluir seu modelo. Então o que ele falou? Esses átomos devem ter o quê? Uma região bem densa onde esteja toda massa, e nessa região deve ser positiva. Nessa época, já tinha próton.

Ela demonstrou conhecer questões relativas da construção científica, quando propõe, a observação, a experimentação e a elaboração do modelo mediante a dados empíricos. Sabemos que grande parte das elaborações modelares, se deu no auge da Ciência Moderna: séculos XVII, XVIII, XIX, e ainda no século XX, sob influência da relatividade proposta por Albert Einstein (1879-1955), da probabilidade de Werner Heisenberg (1901-1976) e da dualidade onda-partícula de Louis Victor De Broglie (1892-1987). A mecânica quântica e suas bases possuem aspectos experimentais, porém são, em paralelo, grandes construtos teóricos, motivo pelo qual é conhecida como Química Teórica e Física Quântica.

Em suas exposições, a professora parecia considerar que os alunos e alunas têm conhecimentos sobre a Química dos Modelos Atômicos.

Prof.<sup>a</sup> Teresa: Em 1927, Schordinger... Aí já entra um pouco, não na química que a gente está acostumada, mas na química quântica.

Os alunos e alunas estão cursando o primeiro ano do ensino médio, e o contato com a Química como ciência está ocorrendo de forma mais aprofundada, neste momento inicial e não em outro. Quando muito, os estudantes desenvolveram o estudo de Química na 8<sup>a</sup> série do ensino fundamental, o que não justifica a professora dizer de uma "Química" em que talvez apenas ela conheça. Observamos aqui uma característica, apontada por Maldaner (2000, p.15): "o ensino de Química, muitas vezes, é destinado apenas a pessoas que já conhecem Química."

Acreditamos que a Química Quântica, no que tange à discussão das limitações dos modelos, à existência do vazio no átomo proposto por Rutherford (1911), a incerteza da posição e à velocidade do elétron; a provisoriade dos modelos devam ser citados, sem o tratamento matemático e teórico existente na

mecânica quântica que estão distantes da possibilidade de entendimento dos alunos e alunas.

A professora não fez uso apenas dos fatos históricos datados a partir da Revolução Científica no século XVI, trazendo dados ocorridos ainda na Grécia antiga, quando filósofos gregos iniciaram os questionamentos sobre a constituição dos diversos materiais.

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Tudo na natureza, tudo que existe deve ser composto por alguma coisa, toda matéria deve ser composta por alguma coisa. Então Aristóteles e outros filósofos gregos associaram a matéria ao que: que tudo seria composto por fogo, ar, água e terra. Então, o que eles acharam? **Tudo que existia, se existia uma árvore era composta pela união desses elementos: terra, água, fogo e ar.** Só que fica assim, **muito amplo.** [...] Hoje a gente está muito acostumado com os modelos atuais - olhar pra uma árvore, falar como que uma árvore pode ser composta por isso daí? [o ar, o fogo, a água e terra]

A professora abordou as idéias aristotélicas, todavia, refutando-as. Contudo, não fica claro que aquelas contribuições se deram de acordo com o pensamento e as possibilidades da época. Elas perduraram tanto tempo em função da dificuldade dos pensadores em admitir o *vazio* entre as partículas, a *indivisibilidade* dos átomos de Leucipo (450 a.C.) e Demócrito (séc. 470-380 a.C.), e o desinteresse pela constituição da matéria, já no século XIII d.C., em função da busca do ouro pelos alquimistas. Sobre essa ocorrência, Romanelli (1992, p.6-7) observa:

De que se ocuparam os químicos por tanto tempo? Não teria sido necessária às suas experiências a idéia de átomo? Até quando bastariam as idéias de Aristóteles, de que os corpos eram constituídos pela combinação dos quatro "elementos" (terra, água, fogo e ar)? [...] Os opositores a idéia do átomo, argumentavam, por exemplo, que era muito fácil introduzir entidades que eram, por definição, *impossíveis de se ver*. A idéia de que as partículas eram indivisíveis chocava-se com o fato que poderiam ser divisíveis em "pensamento".

Durante as aulas, a professora utilizou constantemente os termos *comprovar e provar*.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Só que se eu falar que a cadeira é feita com partículas pequenininhas será que eu vou estar conseguindo demonstrar isso daí? E naquela época, antes de Cristo, será que tinha toda aparelhagem que tem hoje pra gente provar alguma coisa? Não tinha. [...] Só que eu preciso provar aquilo que eu falo para os outros acreditarem. É assim que funciona na ciência, não adianta eu chegar aqui e falar todos os modelos atômicos estão errados, eu formulei um modelo. Mas se eu não provar esse modelo, que ele satisfaz as características, os fenômenos estudados, nada adianta falar que eu tenho um modelo. Então, é nessa esperança de provar existência de carga negativa e positiva, que ocorre a evolução do modelo atômico.

Tal fato permitiu-nos considerar algumas tendências do positivismo na fala da docente, que sente a necessidade de convencer os alunos e alunas com provas científicas.

O processo evolutivo da Ciência não está nas provas que pode apresentar e, sim, na tentativa de melhor explicar os fatos e fenômenos da natureza e da transformação da matéria. Chassot (2000, p.95) revela sua preocupação no dogmatismo que permeia o pensamento das pessoas em relação à Ciência: *é preciso aprender a sermos menos dogmáticos para conseguirmos trabalhar com incertezas.*

A evolução dos Modelos Atômicos, ocorre à medida que um modelo lançado é insuficiente para explicar as propriedades da matéria e a interação desta com a energia. Nessa vertente, buscam-se novas representações que tentem contemplar a realidade de forma mais ampla, respondendo a questões outrora não explicadas com modelos mais simples. A professora em entrevista, demonstrou ter conhecimento deste fato:

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Chega uma hora em que os modelos não explicam tudo. Daí é necessário formular um outro modelo para explicar aquele fato que outro modelo não explicava. Não significa desprezar o modelo, a gente tem que aproveitar o que o modelo antigo tem. Eu acho que a gente não pode abandonar os pré-requisitos e os modelos e idéias antigas que são pré-requisitos para os novos modelos.

Justificou ainda, que, apesar de não constar no plano de curso (Anexo 02, escola E2), trabalha com os modelos antigos, pois são importantes para os alunos e alunas entenderem aqueles mais atuais.



A professora Teresa apresentou os fatos históricos de forma linear, demonstrando uma dificuldade em relacionar os diferentes contextos a que faz referência. Durante o desenvolvimento da aula a professora se equivocou quanto a época das descobertas de Tales de Mileto (640-548 a.C.) e de Dalton (1766-1844):

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Só que o Modelo Atômico não parou em Dalton. *Dalton é muito antigo.* Então o que aconteceu? As coisas não ficam paradas. Ninguém está satisfeito em ver as coisas daquele jeito tendo que aceitar. Então Tales de Mileto resolveu fazer uma experiência que é aquela que eu já até falei para vocês, que vocês podem fazer usando o pente ou a régua com um papel. Então o que aconteceu com Tales de Mileto? Ele falou, vou fazer uma experiência... O que ele pegou? Âmbar que é uma resina fossilizada...

Para a professora, a insatisfação de Tales de Mileto com o modelo de Dalton, o fez realizar experimentos que, de alguma forma, refutassem as contribuições desse modelo.

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Pra mim, eu sei que Tales é antigo. Eu não sei se ele é antes ou depois de Dalton. Na ordem cronológica eu acho que ele é depois de Dalton. Ele contribuiu nessa parte de desvendar a natureza elétrica. Esse pressuposto dele de natureza elétrica foi fundamental para construção da natureza elétrica, proposta posteriormente por Thomson. Tales foi inserido para mostrar as limitações do modelo de Dalton.

Acreditamos, sim, que se podem utilizar as experiências ou os pensamentos de Tales realizadas antes de Cristo, para elucidar que o modelo atômico de Dalton não explicava todos os fenômenos. A professora demonstrou nesse momento uma certa confusão sobre a construção dos Modelos Atômicos.

Em alguns momentos da aula da professora, as partículas atômicas e subatômicas são consideradas como entes que possuem vontade própria. A professora refere-se à transição de elétrons, proposta por Bohr, nos níveis eletrônicos, da seguinte maneira,

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** O elétron não poderia ficar no lugar que ele quisesse... Uma das formas que ele libera energia para voltar do nível energético para o nível dele: na forma de luz.

Esta forma de apresentação do conteúdo pode gerar uma interpretação pelos

alunos e alunas de que as substâncias e as partículas são organismos vivos, com aspirações próprias. Sabemos, contudo, que tal fato não retrata a realidade dos materiais brutos. Mortimer; Miranda (1995, p. 24), a esse respeito, observam que muitos professores se equivocam em atribuir "vontade" às substâncias e às partículas, gerando distorções na aprendizagem.

Neste tipo de explicação, a transformação não é vista como resultado da interação entre diferentes substâncias, mas como a realização de uma certa "potencialidade" da substância transmutada. A transformação é muitas vezes vista como a realização de uma certa "vontade" da substância.

A professora desenvolveu o estudo da evolução dos Modelos Atômicos com os estudantes, chegando ao modelo de distribuição eletrônica de Linus Pauling, como se toda a construção do pensamento atômico se desse apenas para a construção do Diagrama de Pauling.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** (...) por isso que, quando a gente vai fazer a distribuição de Linus Pauling, a gente não pode ficar saltando, a gente tem que seguir a ordem correta, porque aí está a ordem de energia dos elétrons. **Depois de tudo isso**, de saber que o átomo é formado por um núcleo positivo e de cargas neutros, ou seja, um núcleo positivo e partículas que só tem massa; é formado por eletrosfera que tem os elétrons, só que essa eletrosfera é formada por camadas que estão ao redor do núcleo, e além de ter as camadas, tem as subdivisões dela que são os subníveis que é o s, p, d e f. **A partir daí já entra o quê? A distribuição eletrônica dos elementos.**

Salientamos que a utilização dos Modelos Atômicos deveria nortear o processo construtivo do pensamento químico, ou seja, conferir aos alunos e alunas a possibilidade de pensar na representação, na provisoriidade, na probabilidade dos conceitos químicos. A professora parece não trabalhar nesta perspectiva, indicando que toda a elaboração modelar tem fim na construção dos sub-níveis energéticos propostos por Pauling para a distribuição eletrônica dos diversos elementos químicos.

Uma forma proposta pela professora, para auxiliar os estudantes na compreensão do diagrama de Linus Pauling, foi trabalhar primeiro a noção de átomo, depois estudar o modelo de Rutherford-Bohr para os alunos e alunas

entenderem que Linus Pauling propõe que os elétrons estão distribuídos em torno do núcleo. Em entrevista, a professora afirmou:

Essa parte de modelo eu acho uma das partes mais complicadas para trabalhar, porque é abstrata, e até eu tenho dúvidas. Tem muitas coisas que eu não visualizo, então é difícil trabalhar com os alunos. Eu não gosto de trabalhar modelos atômicos, tanto pela dificuldade como pela abstração.

Dessa maneira, a professora revelou, a própria dificuldade em trabalhar os Modelos Atômicos, sob qualquer referência, histórica ou não. Assim, ela vai demonstrando alguns problemas conceituais em relação à História da Ciência e ao conhecimento químico, os quais atribuiu à sua formação, que, para ela, não possibilitou um estudo mais amplo dessa temática.

#### **4.3.3. Material didático utilizado**

Segundo a direção das escolas, os livros são selecionados e escolhidos pelos professores das áreas, de acordo com a qualidade conceitual do material e o custo. O livro adotado nas duas escolas é o mesmo.<sup>9</sup> De acordo com os professores, esse livro é um dos melhores na apresentação do conhecimento químico, abordando alguns fatos históricos, contextualização e exercícios de vestibulares, critérios que os fizeram adotar tal obra.

O professor Fábio e a professora Teresa utilizaram o livro didático praticamente em 80% de suas aulas, seja na explicação da teoria, na leitura de trechos, ou mesmo na resolução de exercícios. A professora Teresa nos relatou que utiliza não somente do livro didático na preparação das aulas, mas também outros materiais sejam livros, artigos, e até mesmo para-didáticos.

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Eu nunca achei um livro que aprofundasse. Por isso, gosto de preparar minhas aulas estudando em vários livros, porque tem assuntos que eu acho difícil abordar.

<sup>10</sup> USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química*. 4<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Saraiva, 1999. volume único, 607 p.

Ela afirmou que não tem um material específico com o qual ela costuma preparar suas aulas, indicando leituras de alguns livros didáticos, que segundo ela, são os mais recomendados no mercado educacional.<sup>10</sup>

Esses livros revelam uma forma parecida de abordar os Modelos Atômicos, ou seja, poucos fatos históricos, e ênfase aos modelos de Dalton, Thomson e Rutherford-Bohr. Na preparação das aulas de Modelos Atômicos, a professora relatou que estudou as questões históricas em livros de ensino superior, de cujos autores diz não se lembrar.

O professor Fábio, durante as aulas, trazia exercícios de outro livro didático para serem resolvidos em sala.

**Prof. Fábio:** Eu gosto muito de um livro para pegar exercícios. Apesar do livro ser meio antigo, ele traz exercícios na linha que eu gosto de trabalhar. Tem coisas meio difíceis no livro, mas eu seleciono aquilo que dá pro aluno entender, e eu monto algumas listas de exercícios para os alunos resolverem.

O livro no qual ele procura exercícios é antigo<sup>11</sup>, mais precisamente, de 1974, e apresenta o conhecimento químico numa perspectiva matematizada, e ahistórica, trazendo a mecânica quântica, hibridação, orbitais, e assuntos já não mais estudados no ensino médio – por exigir conhecimentos matemáticos avançados ao nível dos alunos – nem explorados por outros livros didáticos<sup>12</sup>. Verificamos, nesse livro, uma ênfase ao modelo de Rutherford-Bohr.

---

<sup>10</sup> CANTO S.; TITO A. *Química*. Volume único, São Paulo: 1999; e REIS, M. *Química Integral*. 1ª. ed. São Paulo: FTD, 1993, 623 p.

<sup>11</sup> FELTRE, R.; YOSHINAGA S. *Atomística*. v.2. São Paulo: Moderna, 1974, 477p.

<sup>12</sup> “O presente trabalho está dirigido especialmente ao estudo dos átomos e moléculas sob o ponto de vista moderno. Apresentamos as diversas concepções do átomo na seqüência histórica de seu desenvolvimento científico – desde a descoberta das partículas elementares, da radioatividade, etc., até a adaptação da mecânica quântica e da mecânica ondulatória ao átomo e à molécula.” (prefácio dos autores, São Paulo, 1970 ao livro FELTRE, R.; YOSHINAGA S. *Atomística*. v.2. São Paulo: Moderna, 1974, 477p.)

Foi o cientista inglês Ernest-Rutherford quem apresentou "a nova face" para o átomo, discordando da indivisibilidade do mesmo[...] Foi o físico dinamarquês Niels Bohr quem introduziu a justificação energética para o elétron, aceitando-se o modelo de Rutherford. (FELTRE, R.; YOSHINAGA, S., 1974 p.123 e 126)

Existe muita semelhança em como o professor direcionou seu trabalho e a forma pela qual o livro de Atomística de Feltre e Yoshinaga aborda a temática. O docente revelou que em sua formação utilizou tal material para estudar os modelos atômicos e que, apesar deste ser antigo, ele apresenta este assunto de forma adequada. O professor está distante de leituras mais atuais sobre o ensino de Química, relatando não possuir muito tempo para realizá-las. A diferença em relação ao livro de sua preferência e ao livro didático adotado pela escola, é que o primeiro aborda as questões de mecânica quântica, enquanto que o outro não. A apresentação dos modelos nos livros é parecida, mostrando poucos avanços na apresentação desse assunto em materiais didáticos da década de 1970 até hoje.

As figuras (desenhos, esquemas e representações) apresentadas nos livros didáticos são criticadas pela professora Teresa. Ela tratou modelo como representação, porém relata que, no livro, está uma foto do átomo.

**Profa. Teresa:** No livro fica aquela foto, parada, bonitinha, colorida [...] Não é assim!

Mesmo criticando a figura no livro didático, a professora se referiu à figura como "foto" do átomo, ou seja, como se os modelos fossem fotografias reais dele. A concepção demonstrada aqui, aproxima-se à do professor Fábio, que considera o modelo como a própria realidade.

A professora ressaltou que tem costume de fazer apostilas para complementar o livro didático. Assim, ela prepara folhas complementares das teorias, históricos, exercícios, entregando cópias aos alunos/alunas. Ela apontou como dificuldade em preparar material e levar para a aula os professores do Colégio possuem cotas de fotocópias, o que limita seu trabalho, muitas vezes, ao livro didático. Por vezes, a professora prepara o material e deixa-o em copiadoras para os alunos e alunas fotocopiarem, porém, estes, em função do valor das cópias, reclamam muito a ela.

Com relação à seleção de conteúdos, o livro didático é utilizado pelos professores como guia seqüencial do assunto a ser desenvolvido. Assim, a professora Teresa explicita para os estudantes:

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** No nosso curso, pelo livro que a gente adotou, a gente não vê spin, número magnético principal. A gente vê o que? A distribuição de átomos e de íons. A parte de spin de número quântico principal, essa parte a gente não vê.

No plano de curso, não é proposto o estudo de número quântico principal, secundário, bem como a orientação do elétron nos orbitais, seu spin. Mesmo assim, a professora relatou que o estudo de spin não seria realizado, devido a este não possuir abordagem no livro didático adotado.

O assunto não selecionado pela professora exigiria uma grande abstração dos alunos e alunas, pois é teórico e envolve considerações matemáticas de difícil alcance dos discentes nesse nível, sendo que este conteúdo não é selecionado, devido também a falta de recursos didáticos para desenvolvê-los. Consideramos tal abordagem desnecessária no ensino médio, que tem como uma das diretrizes a formação de cidadãos por via da discussão de problemáticas reais à luz do conhecimento químico adquirido (MALDANER, 2000, p. 158).

Segundo Mortimer (1998, p.11), os livros didáticos têm sido utilizados como guias metodológicos e curriculares, e ainda de qualidade duvidosa. O uso do livro didático se faz necessário como um dos recursos metodológicos do professor, não podendo o docente utilizar apenas este instrumento como fonte de ensino.

#### **4.3.4. Analogias**

As analogias utilizadas pelos professores, principalmente, por Teresa, em relação aos Modelos Atômicos, merecem ser destacadas.

Galagovsky; Adúriz-Bravo conceituam analogias concretas como:

(...) dispositivos didáticos facilitadores de aprendizagem de conceitos abstratos, os quais utilizam conceitos e situações que têm uma clara referência na estrutura cognitiva dos alunos; que se relaciona, analogicamente, com os conceitos científicos cuja aprendizagem se quer facilitar (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p. 236).  
(tradução nossa)

A proposta de abordar Modelos Atômicos utilizando analogias é um movimento interessante desde que fique clara para os estudantes a diferença entre o modelo científico e a analogia utilizada, pois senão o instrumento, que deveria ser facilitador, torna-se uma questão complicante na produção do conhecimento.

Em relação ao papel das analogias na aprendizagem dos conceitos científicos, a professora posicionou-se:

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** É mais fácil para a visualização do átomo. Ele é muito pequeno. É legal falar que é uma bolinha de gude, pois eles acabam imaginando uma bolinha de gude em proporções infinitamente menores que é. Aí eles até imaginam um pontinho duro lá, um pontinho maciço.

Sobre o modelo de Dalton (1808), por exemplo, a professora, em sala de aula, relatou:

**Profa. Teresa:** Para Dalton, o átomo nada mais é do que uma bolinha de gude, ou seja, ele é maciço, esférico e indivisível. Então isso é o que mais marca o modelo de Dalton, porque é justamente aí que vão surgir as contradições.

Agindo dessa forma, ela gera uma simplificação do que realmente representaram as pesquisas de Dalton em relação à possível estrutura do átomo, sendo que tal cientista utilizou conceitos outrora abandonados e que colaboraram na elaboração de seu modelo atômico. Segundo Chassot (1997, p. 131),

John Dalton (1766- 1844), buscando explicar as propriedades dos gases, propõe que estes deveriam ser formados por *átomos*, que se diferenciariam só no tamanho. Dalton retoma a teoria proposta já há 23 séculos pelos atomistas gregos Leucipo e Demócrito.

O modelo de Dalton apresentava, à comunidade científica do século XIX, cálculos relativos à combinação dos diversos átomos, fazendo com que a Química se tornasse também uma Ciências quantitativa. O átomo de Dalton retomava as idéias dos filósofos gregos, porém, segundo Justi,

Apesar deste sucesso, o modelo de Dalton só foi aceito lentamente, sendo visto como 'audacioso' por causa do grau de novidade que apresentava em relação àquela idéia desenvolvida pelos atomistas gregos (JUSTI, 2000, p. 996). (tradução nossa).

O modelo de Dalton, portanto, foi apresentado à comunidade científica e teve grande repercussão, pela seriedade com que ele direcionava seu trabalho. Em nenhum momento, encontramos relatos de Dalton comparando seu modelo a uma 'bolinha de gude'. Esta comparação é típica da transposição do saber erudito ao saber escolar. O saber escolar adota os termos do saber erudito, tentando aproximá-los da realidade do aprendiz. Porém nem sempre essa transposição gera aprendizagens reais do que se pretendeu de uma determinada teoria.

Uma outra analogia utilizada pela professora é em relação ao Modelo de Thomson.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Como é o modelo de Thomson. Ele é um pudim de passas. Já entra a idéia de divisão. Pra Thomson o átomo já é divisível.

Da forma como se expressou, a professora deixou margem a compreender o modelo de Thomson como sendo o próprio 'pudim de passas'. É interessante observar as comparações que a professora fez. Demonstrou dificuldade em estabelecer analogias. As bolas de gude, utilizadas pela professora para ilustrar o modelo de Dalton, dariam a idéia da esfera, maciça de diferentes tamanhos, semelhantes aos modelos de átomos propostos por Dalton. A utilização do pudim de passas seria para os estudantes perceberem uma massa positiva, onde estariam incrustadas massas negativas. As massas positivas seriam, segundo a comparação feita pela professora, o creme e as massas negativas incrustadas as passas. Segundo Wynn; Wiggins (2002, p.31)

Thomson ainda arrazoou que, como a matéria em geral não é carregada eletricamente, devia haver em alguma parte do átomo um material carregado positivamente, que compensasse carga negativa do elétron. Thomson não sabia exatamente onde se localizava essa carga positiva, mas decidiu arriscar-se; elaborou sua hipótese, que se tornou conhecida como o Modelo Atômico do Pudim de Passas de Thomson: o átomo tem forma esférica e consiste em uma nuvem tênue de material carregado positivamente, com algumas partículas carregadas negativamente e chamadas "elétrons" espalhados por todos os lados, como uvas num pudim de passas.



O modelo atômico de J. J. Thomson (1878), revela as limitações daquele proposto por Dalton, no que diz respeito à natureza elétrica da matéria. A exploração dos raios catódicos permitiu que Thomson propusesse massas negativas na estrutura atômica. A descoberta delas acabou por determinar uma representação do átomo diferente a de Dalton. No Modelo de Thomson, embora existissem massas negativas, a carga final do átomo seria zero. Isto fez Thomson propor a existência de cargas opostas no átomo.

Segundo Hein e Arena (1996, p. 81),

No modelo atômico de Thomson, os elétrons eram partículas de carga negativa embebidas na esfera atômica. Uma vez que os átomos eram eletricamente neutros, a esfera continha um número equivalente de cargas positivas. Um átomo neutro poderia transformar-se num íon através de ganho ou perda de elétrons.

Os resultados obtidos por Thomson geraram interesse da comunidade científica, pelo estudo da estrutura interna do próprio átomo. Isto fez com que Gêiser e Marsden (1909) propusessem estudos sobre o espalhamento de partículas alfa numa fina lâmina de ouro. Os resultados dessa experiência foram aproveitados por Rutherford na elaboração de seu modelo atômico.

Na elaboração do Modelo de Rutherford (1911), uma de suas maiores contribuições científicas, o átomo é considerado um enorme vazio. Sobre o modelo de Rutherford, Romanelli (1992, p.18) afirma:

Rutherford postulou como átomo: uma região pouco densa e relativamente grande, ocupada por elétrons envolvendo um núcleo central extraordinariamente pequeno que reunia quase toda a massa da partícula. Diferentemente do modelo de Thomson, propôs que as cargas estavam em regiões distintas. No núcleo do átomo, Rutherford suspeitou da existência de uma partícula com as características do nêutron mas não chegou a dados suficientes de sua existência.

Os espaços vazios propostos por Rutherford vieram gerar uma nova concepção atômica: a do vazio. Uma pequena região maciça, o núcleo, onde estariam os prótons e outras massas sem cargas, posteriormente, denominadas

nêutrons, e uma região de dimensões superiores às do núcleo, denominadas eletrosferas, onde estariam os elétrons. O volume do átomo seria praticamente aquele da eletrosfera (grande vazio), pois o do núcleo é desprezível.

A analogia feita pela professora em relação ao Modelo Atômico de Rutherford, está em compará-lo ao sistema solar. É muito comum vermos, em materiais didáticos, as comparações dos modelos atômicos com as perspectivas macroscópicas do fenômeno. Assim, essa estratégia é apresentada aos alunos e alunas na forma de comparações, por exemplo, da estrutura do átomo com a estrutura do sistema solar.

**Prof.<sup>a</sup> Teresa:** Ao redor do núcleo eu devo ter o quê? Uma quantidade de elétrons que ele chamou de eletrosfera. Então o modelo dele foi o quê? Parecido com o sistema solar. Elétrons na eletrosfera ao redor do núcleo.

A tentativa de aproximar o sistema solar com o Modelo de Rutherford, talvez seja no intuito de torná-lo mais compreensível para o aluno/aluna. As comparações são realizadas pela professora, influenciadas por livros e materiais didáticos. Wynn e Wiggins (2002, p.34), em sua obra "As cinco maiores idéias da Ciência", assim demonstram:

Por mais que desagradasse a Rutherford ter de corrigir seu predecessor, ele se viu forçado a elaborar uma nova hipótese. Que tipo de modelo era consistente com os resultados experimentais? Rutherford explicou esses resultados em seu *Modelo Atômico do Sistema Solar* [grifo dos autores].

Os autores não mencionam o porquê da analogia, citando-a apenas. Porém, é questionável tal analogia. Semelhante a este contexto, a professora, primeiramente, ao citar que o modelo do átomo é parecido com o sistema solar, passa a idéia de que o sistema solar seja constituído por eletrosfera e núcleo. Assim, essa comparação, a nosso ver, não é adequada. Outro fator observado é que as dimensões do núcleo do átomo são incomparáveis às dimensões do sol. A distância entre os planetas e o sol também é incomparável com a distância entre os elétrons e o núcleo do átomo. Isto não é esclarecido aos estudantes. São sistemas incompatíveis de comparação,

porque são dimensões exageradamente diferentes e distantes da realidade dos alunos e das alunas. Para Kaplan (1978, p.141):

De um ponto de vista operacional, a localização exata de um elétron não tem portanto nenhum significado real, e não existe nenhuma vantagem em pensar num átomo da mesma maneira que pensamos num sistema planetário macroscópico.

Ao usar de tais analogias a professora o fez procurando trazer o universo das dimensões modelares, para uma ambiência mais próxima da realidade do aluno. Tal metodologia pode ser válida, desde que sejam esclarecidas questões conceituais do modelo como uma representação, e se a analogia for utilizada de forma a não ser entendida como sendo o próprio modelo.

Segundo Pittman (1999, apud GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p.236-237)

Os alunos passivos à recepção de uma analogia podem chegar a percebê-la como uma informação facilitadora da compreensão do tema, mas, em curto prazo, reclamam que é mais informação a estudar, porque a analogia é complicada ou porque não compreenderam a similaridade que guarda com o modelo científico; outras vezes, só compreende a analogia inicial mas não o conteúdo científico. (tradução nossa)

Os autores supracitados declaram que os estudantes acabam por aceitar as analogias recebidas indevidamente, substituindo as entidades científicas, sem compreender a natureza imediata e metafórica das convenções, correspondências e simplificações utilizadas.

#### **4.3.5 *Concepções dos professores sobre modelo***

No capítulo três, sobre Modelos, adotamos o conceito de modelo como uma representação da realidade. A concepção dos professores sobre este conceito também auxilia a compreensão da postura metodológica do docente frente à abordagem dos conteúdos em Química.

O prof. Fábio não tratou uma unidade destinada especificamente a Modelos Atômicos, revelando uma certa despreocupação com esta temática como uma

unidade de conteúdo, apesar dela aparecer em seu plano de curso (Anexo 02, escola E1). Todavia, ele apresentou, na primeira aula de Química do ano, a idéia do átomo, composto por duas partes: um núcleo positivo contendo os prótons e nêutrons, e as camadas eletrônicas ou eletrosferas constituídas de elétrons. Assim, parece que a idéia de átomo está tão posta para o professor Fábio, que é como se este a tivesse como sendo a própria realidade. O modelo foi aparecendo durante as aulas, revelando-se como átomo real. De acordo com Mortimer (1994, p. 86), sobre a dimensão realista e substancialista do modelo:

O estudante com a concepção substancialista, não trabalha com a noção de modelo como algo isomórfico à realidade, e portanto dinâmico, no sentido de que, à medida que novos dados são apreendidos são necessárias mudanças no modelo para se adequar a essa nova realidade. Um estudante com a visão substancialista provavelmente não representa as partículas como um modelo, mas como uma cópia da própria realidade. Neste sentido sua visão, além de substancialista, é também realista. Esse último obstáculo é de natureza epistemológica, uma vez que se relaciona à ausência de uma visão apropriada de modelo.

O professor, nessa perspectiva, apresentou uma concepção de modelo como sendo o real, a cópia do real. Este fator está tão impregnado nele, que o fez protelar por várias vezes a abordagem de Modelos Atômicos, considerando desnecessário o estudo do assunto. Para Fábio, não foi importante tratar a noção de modelo e as questões de sua evolução, mesmo que, no plano de curso, conste este tópico. Isto ocorre, pois o plano é elaborado não apenas por ele, bem como pelo outros docentes de Química da escola, caso contrário, segundo o professor Fábio, esta temática não entraria no planejamento da disciplina, pois ela aparece diluída nos outros conteúdos, como elemento químico, distribuição eletrônica, reações químicas.

Na fala da professora Teresa, em vários momentos, notamos uma abordagem da concepção de modelo semelhante à proposta observada na literatura química, considerando-o como representações da realidade; porém a professora revelou algumas lacunas em seu conhecimento, reconhecendo nesta perspectiva, a dificuldade de trabalhar o assunto.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** É difícil pra gente passar uma coisa que nem a gente sabe com certeza. O átomo é uma incerteza. Não acredito que aquela possa ser a verdadeira representação. Eu trabalho com provável proposta de modelo. Trabalho os modelos como sendo representações prováveis. Não é uma coisa palpável, é mais difícil trabalhar com coisas não palpáveis. Modelo na verdade eu acho teórico e até difícil de trabalhar. Sinceramente eu acho que sei pouco para trabalhar. Eu nunca achei um livro que aprofundasse...

O conceito de modelo também foi tratado pela professora no momento em que desenvolve o estudo dos Modelos Atômicos, porém ela faz esta abordagem no final desse assunto, após estudar exaustivamente uma série deles. Para a professora, construir modelos não é tarefa para *qualquer um*, e defende a postura de que ela não tem um modelo de átomo e não consegue desenhar, ou figurar um, justificando-se nunca ter visto o átomo.

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Eu não consigo visualizar nenhum modelo atômico. Primeiro por quê? A gente nunca viu os elétrons. Então eu não consigo imaginar lá um núcleo com vários elétrons girando... É muito difícil imaginar. Isso que a gente vê no livro; são modelos, simulações do que eles querem representar. Se me pedissem pra eu desenhar meu átomo, eu não sei se desenharia. Porque eu não consigo imaginar a gente tendo noção de núcleo, de elétron em movimento.... É difícil imaginar o átomo. Porque, quando a gente coloca no quadro, parece que o sistema está parado. Só que não está parado.

Ela demonstrou, por sua afirmação, não conhecer os avanços tecnológicos em relação ao microscópio de sonda de varredura, que permite aos teóricos da área construir imagens de alguns átomos. A esse respeito, Hein; Arena (1998, p. 187) afirmam:

Em um microscópio de sonda de varredura, uma sonda é colocada próximo à superfície de uma amostra e mede-se algum tipo de parâmetro (voltagem, campo magnético etc.). À medida que a sonda se move através da superfície, produz-se uma imagem - da mesma forma que uma criança determinaria a identidade de um objeto lacrado em uma embalagem opaca. O primeiro dos instrumentos de sonda de varredura foi chamado de microscópio de varredura de tunelamento. Ele produziu as primeiras imagens claras de átomos de silício em janeiro de 1983.

O pensamento da professora Teresa acaba por negar o conhecimento químico cientificamente produzido a respeito da possibilidade de "visualizar" os átomos com auxílio de um aparelho. Tais propostas são representações científicas, segundo

Galagovsky; Adúriz-Bravo (2001, p.236), pois utilizam mediação instrumental. Verificamos, dessa forma, uma carência na formação inicial, bem como na formação continuada da docente, sob aspectos do conhecimento químico.

Apesar dela não se dispor a construir átomos na lousa, constrói o Diagrama de Linus Pauling, considerando as subdivisões dos níveis eletrônicos e os elétrons nas camadas de valência. Parece contraditório, pois também Linus Pauling propõe um modelo de distribuição eletrônica, sendo os subníveis representações e não realidades. A professora não tratou essas idéias de Pauling como representações, deixando transparecer que os modelos vão até Rutherford-Bohr.

A professora manteve, em alguns momentos, um discurso vacilante em relação aos Modelos Atômicos. Mesmo afirmando, várias vezes, que estes são importantes na aprendizagem de Química, e desenvolvendo um trabalho a priori numa perspectiva histórica, Teresa relatou, ao ser questionada sobre o papel dos modelos no ensino de Química:

**Prof<sup>a</sup>. Teresa:** Sabe que, às vezes, eu me questiono em relação a isto! Acho que é importante sim. Tem que saber modelo, principalmente porque os alunos estudam distribuição eletrônica e todo o resto está relacionado a isto, ligação e todo o resto. Essa parte teórica é muito complicada e se eu pudesse tirar do conteúdo, não sei se eu daria.

Pela dificuldade da professora em entender os modelos, ela chegou a afirmar que talvez tiraria esta temática do plano de curso. Percebemos aí uma semelhança entre o professor e a professora. O prof. Fábio, após anos de experiência, não trabalha os Modelos Atômicos por não considerá-los importantes para a aprendizagem. A professora por achá-los de difícil tratamento, sinaliza a intenção de retirar do plano de curso essa temática. Os dois, elegem o modelo de Rutherford-Bohr como o atual e suficiente para o trabalho em sala de aula, pois subsidia a construção do diagrama de Linus Pauling, que, segundo eles é importante no desenvolvimento da idéia do átomo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina de Ciências, na condição de componente dos quadros curriculares, pode colaborar para a formação do aluno, visto que ela representa um instrumento de apropriação do saber científico historicamente acumulado. (CICILLINI, 1991, p. 133)

Estudos referentes ao ensino de Ciências, aqui especificamente a Química, têm demonstrado uma grande dificuldade de aquisição deste conhecimento por parte dos alunos e alunas, como também a dificuldade dos professores em lidarem com o ensino dessa Ciência. Tais resultados geram um agravante para o ensino de Química, muitas vezes, legado pela escola tradicional a exercícios de memorização que não contribuem para uma aprendizagem significativa dos conteúdos e sua importância social.

Segundo Schnetzler (1995 p. 27), a Educação Química é compreendida como uma área da Química, que tem por objetivo central a melhoria do ensino e aprendizagem de Química, buscando pesquisas que versem, em sua maioria, sobre desenvolvimento curricular e de novos materiais de ensino e técnicas instrucionais, com a avaliação de seus impactos, sobre a identificação de como os alunos entendem e atribuem significados às idéias químicas; sobre a proposição e a avaliação de modelos para a formação continuada de professores e, ainda, sobre a proposição de mecanismos para uma divulgação mais ampla da Química e de sua importância social. As pesquisas no Ensino de Química buscam, sobretudo, identificar variáveis que afetam o ensino e a aprendizagem, propondo e avaliando modelos para o aperfeiçoamento do processo em sala de aula.

Nesta perspectiva, pesquisar o Ensino de Química, permite organizá-lo melhor, de modo que ele não gere ou reforce a construção de concepções errôneas por nossos alunos e alunas, mas, pelo contrário, promova a evolução destas em

direção às idéias quimicamente aceitas.

A importância de aprender Química é inegável, porém que Química se quer ensinar? A Química dos processos memorísticos, fruto de um tradicionalismo sem significância social, ou a Química das transformações da matéria, que desperte a curiosidade e o criticismo no aluno sobre o meio em que vive?

Os cursos de Química tradicionais caracterizavam-se por serem muito extensos, descritivos, enfatizando o acúmulo de informações e o uso de demonstrações experimentais, que visavam confirmar o já ensinado na teoria. A Química que se pretende ensinar, segundo as tendências apresentadas no texto dissertativo, apresenta uma tônica que reside na construção do conhecimento por parte do sujeito humano.

A historicidade, a criatividade, e a cientificidade de situações corriqueiras e cotidianas devem ser abordadas no ensino de Química, na busca da construção de um sujeito humano, agente social de transformação, à medida que se percebe como membro natural do meio em que vive, e não somente um observador deste. O ensino de Química não deve, portanto, ser memorístico, considerando os alunos e alunas como "tábulas rasas", subestimando-os e formando mentalidades incapazes de uma real contribuição na melhoria de sua qualidade de vida e de toda a sociedade.

A função social da Química, na formação de um cidadão mais consciente, deve levar em consideração o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido. No intuito de busca da significação científica, o conhecimento e o entendimento, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significado é, portanto, um processo de diálogo que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é vista como processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes (DRIVER, 1999, p. 31).



Os Modelos Atômicos compõem a base da construção do pensamento químico, sendo norteador da forma como a comunidade química explica os fenômenos observados. Os modelos, portanto, são maneiras de expressar sistemas complexos e de difícil entendimento, pois envolvem múltiplos fatores. A complexidade desses sistemas não é simplificada ao se propor um modelo, contudo, é uma forma de traduzir o fenômeno de maneira tal que seja possível seu estudo e entendimento. Assim, as representações modelares não podem ser entendidas como a realidade posta, pois estão distante de ser. Os modelos devem ser entendidos como produção humana e expressão de pensamentos e possibilidades de um grupo de pesquisadores influenciados por fatores sócio-político-econômicos e culturais.

Um dos professores apresentou fortes tendências em considerar os modelos como realidades, com características peculiares à partícula formadora da matéria. Esta concepção, influenciada pelos materiais didáticos e pela ineficácia da formação inicial e continuada, apresenta uma realidade escolar distante da desejável. O processo educacional fica comprometido com as tentativas e erros dos professores, que, encontrando uma maneira própria de direcionar seu trabalho, o fazem longe da possibilidade de aprendizagem dos estudantes. O desconhecimento do saber químico escolar e das propostas diferenciadas em sua abordagem metodológica pelos professores reduz esta ciência a possibilidades de baixa construção cognitiva, o que faz com que os estudantes considerem-na memorística e enfadonha, com pouca ou nenhuma contribuição social.

A prática analisada da professora, demonstrou uma preparação maior para abordar o assunto Modelos Atômicos, que aquela observada do professor. Neste sentido, a docente apresenta uma abordagem adequada em relação ao saber químico inserido no contexto histórico, mesmo com algumas lacunas de conhecimento que poderiam ser facilmente esclarecidas por leituras e na formação continuada. Existe uma necessidade latente de incentivá-la a valorizar seu trabalho didático, mostrando-lhe que sua proposta contribui para uma aprendizagem eficaz no ensino de Química, com poucos melhoramentos metodológicos.

Os professores fazem parte de um sistema que contribui para um ensino de pequena qualidade recebendo para isto baixos salários e pouca motivação profissional. Os docentes, fazendo parte deste sistema, apenas o reproduzem, o que vai marcando o sistema educacional com um ensino obsoleto e desvinculado com a realidade.

O momento atual é de repensar as práticas, os materiais utilizados e as posturas metodológicas. Urge uma educação que possibilite o estudante a lutar por sua cidadania, e exercê-la à luz dos conhecimentos adquiridos na escola e na vida. O saber escolar deveria ser construtor não de crenças e doutrinas para perpetuar um sistema, ideologia ou pensamento dominante. Ao contrário, o conhecimento é uma forma de possibilitar uma ação social de respeito ao meio em que estamos inseridos, de questionamentos sociais, de acesso a outros níveis escolares e de constituição de pessoas ativas em sua realidade.

Gostaríamos que este trabalho representasse uma parcela de nossa contribuição para que a sociedade possa repensar seus paradigmas educacionais no ensino de Química, e assim estruturá-los para formar mentes pensantes, as quais busquem uma sociedade mais justa e igualitária, respeitando-se e preservando o meio em que vivemos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTOLFI, J.P., DEVELAY, M. *A didática das ciências*. Campinas, SP: Ed. Papirus, 1990, 132 p.
- AUSUBEL, D.P. Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento In: S. ELAM (comp.). *Education and the structure of knowledge*. Nova York: Rand McNally, 1973.
- BOFF, E.T.O., FRISON, M.D. Cargas elétricas na matéria, *Revista Química Nova na Escola*, nº 03, maio 1996, p. 11 -14.
- BONAMINO, A., FRANCO, C. O ENEN no contexto das políticas para o ensino médio, *Revista Química Nova na Escola*, nº 10, Nov. 1999, p. 26-31.
- BOULTER, C.; GILBERT, J. (1995) Argument in science education: In: Costello, P. & Mitchell, S ( Eds.) *Competing and Consensual voices*. London, Multilingual Matters (84-94)
- CAMPOS, R.C., SILVA, R.C. Funções da Química Inorgânica, *Revista Química Nova na Escola*, nº 9, maio 1999, p. 18-21.
- CANTO, S.; TITO A. *Química*. Volume único, São Paulo: 1999, 520 p.
- CASTILHO, D.L., SILVEIRA, K.P. Química como Investigação e Reflexão, *Revista Química Nova na Escola*, nº 9, maio, 1999, p.14-17.
- CICILLINI, G.A. *A evolução enquanto um componente metodológico para o ensino de biologia no 2º grau: Análise da concepção de Evolução em livros didáticos*. Campinas, 1991. 180 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1991.
- \_\_\_\_\_. *A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: a teoria da evolução como exemplo*. Campinas, 1997, 225 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- CISCATO, C. *Química*. São Paulo: Cortez, 1990.
- \_\_\_\_\_.; BELTRAN, N.O. *Química: parte integrante do projeto diretrizes gerais para o ensino de 2º. grau núcleo comum (convênio MEC/PUC-SP)*. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1991.
- CHASSOT, A. *Catalisando transformações na educação* - Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1993, p. 37 - 112.

- \_\_\_\_\_. Sobre os prováveis modelos de átomos, *Revista Química Nova na escola*, nº. 03, maio, 1996, p. 3-4
- \_\_\_\_\_. *Para quem é útil o ensino de Química?* Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1996.
- \_\_\_\_\_. *A ciência através dos tempos*. 7ª. ed. São Paulo: Moderna, 1997. 191p.
- \_\_\_\_\_. *Alfabetização científica - questões e desafios para a educação*, Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ: 2000, 432 p.
- CHANG, R. *Chemistry*, 5.ed. Alfragide: Editora McGraw-Hill de Portugal, 1994, p. 42-43
- COLINVAUX Dominique. *Modelos e educação em Ciências* Rio de Janeiro: Ravil, 1998, p. 7 - 59
- DANTAS, V. O átomo que cura. *Revista Brasil nuclear*. n.18. Rio de Janeiro: 1999.
- DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula, *Revista Química Nova na Escola*, nº 9, maio 1999, p. 31 - 40.
- ECHEVERRIA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções, *Revista Química Nova na escola*, nº 3, maio 1996, p. 15 -18.
- ENGUITA. Mariano F. A ambigüidade da docência: entre o profissionalismo e a proletarianização. *Teoria e Educação*. Porto Alegre, n. 4, p. 41 - 61, 1991
- FELTRE, R.; YOSHINAGA S. *Atomística..* v.2. São Paulo: Moderna, 1974, 477p.
- GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires. v. 19, n.2. p.231-242, 2001.
- GIL PÉREZ, D. Contribución da la História y de la Filosofía de las Ciências al desarrollo de un Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197 - 212, 1993.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências, *Revista Química Nova na Escola*, nº. 10, nov. 1999, p. 40 -49.
- GIROUX, H. PENNA, A. Educação social e sala de aula: a dinâmica do currículo oculto. In: GIROUX H. A. *Os professores como intelectuais: romo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Trad. Daniel Bueno. Porto Alegre: Art Med, 1997, p. 55 - 74.
- GOMEZ, A.P. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NOVOA, A. *Os professores e sua formação*. Lisboa:

Publicações Don Quixote, 1995.

HEIN, M. *Fundamentos de Química Geral*. Tradução Geraldo Bezerra e Roberto Barros. Rio de Janeiro: LTC - Livros técnicos e científicos S.A., 1996, p. 80 - 86.

JUSTI, R. GILBERT J. History and philosophy of science through models: some challenges in the case of "the atom" In: *International Journal of Science Education*, 2000, vol. 22, nº 9, p. 993-1009.

KAPLAN, I. *Física nuclear*. (tradução José Goldemberg, Clóvis Goldemberg). 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978. 623 p.

LOUZADA, F.M. *Ciências: Natureza, tempo e espaço*. 4v. Belo Horizonte, MG: Ed. Lê : 1998

LOPES, A.R.C. Reações Químicas, fenômeno, transformação e representação, *Revista Química Nova na Escola*, nº 02, nov. 1995, p. 7 -9.

MACHADO, A. *Aula de Química - discurso e conhecimento*, Ijuí, RS: Ed. UNIJUÍ: 1999. 200 p.

MAHAN, B. H.; *Química - um curso universitário*. (org. Ernesto Giesbrecht, tradução Ebe Barbieri, Madeleine Perrier, Lea Zinner, Klaus Zinner). 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1977. 653 p.

MALDANER, O.A. *A formação continuada de professores: ensino-pesquisa na escola- Professores de química produzem seu programa de ensino e se constituem pesquisadores de sua prática*. Campinas, 1997, 419 p. TESE (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

\_\_\_\_\_ *A formação inicial e continuada de professores de Química - professores/pesquisadores*. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2000

MALDANER, O.A., PIEDADE, M.C.T. Repensando a Química, *Revista Química Nova na escola*, nº 1, maio, 1995, p. 15 -20.

MARTINS, J. P. *Didática Geral*, 2. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais. *Pressupostos gerais e objetivos da proposta curricular de química: programa-piloto de inovação curricular e de capacitação docente para o ensino médio*. [Belo Horizonte] : [s.n], 1998. 33p.

MORTIMER, E. F. *A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário*. Em aberto, Brasília, Ano 7, n. 40. out./dez. 1988.

\_\_\_\_\_ *Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais*. São Paulo,

SP, 1994. TESE (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1994

\_\_\_\_\_. Concepções atomistas dos estudantes, *Revista Química Nova na Escola*, maio 1995 n° 01, p.23 - 26.

\_\_\_\_\_. O significado das fórmulas químicas, *Revista Química Nova na Escola*, n° 03, maio 1996, p. 19-21.

MORTIMER, E.F., MIRANDA, L.C. Transformações, concepções de estudantes sobre reações, *Revista Química Nova na Escola*, n° 02, Nov. 1995, p. 23 -26.

NÓVOA, António. Formação de professores e profissão docente. In: \_\_\_\_\_. *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Don Quixote, 1992. p. 13-33.

OLIVEIRA, M.R.N.S., *Ruptura, compromisso e pesquisa*. Papiros, 2ª edição - Campinas - SP, 1995

PAIES- Programa Alternativo de Ingresso ao Ensino Superior - Manual do Candidato 2002/2005, Universidade Federal de Uberlândia.

REIS, M. *Química Integral*. 1ª. ed. São Paulo: FTD, 1993,623 p.

ROMANELLI, L.I. O professor no ensino do conceito de átomo. *Revista Química Nova na Escola*, maio 1996, n°3, p.27 - 31.

\_\_\_\_\_. *Concepções do professor sobre seu papel mediador na construção do conhecimento do conceito átomo*, Campinas, 1992. TESE (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992

SACRISTAN, J. C. Aproximação ao conceito de currículo. In: *O currículo: uma reflexão sobre a prática*. Trad. Ernani F. da Fonseca Rosa. Porto Alegre: Art Méd, 1998: p. 13-53

SANTOS, B. S. *Pelas mãos de Alice*. O social e o político na "Pós-modernidade". Porto: Afrontamentos, 1994.

\_\_\_\_\_. *Um discurso sobre as Ciências*. Porto: Afrontamento, 1995.

\_\_\_\_\_. *A crítica da Razão indolente*. - *Contra o desperdício da experiência*. São Paulo: Cortez Editora, 2000.

SANTOS W.L.P.; SCHNETZLER R.P. *Educação em Química - compromisso com a cidadania*, Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1997

SCHNETZLER, R.P., ARAGÃO, R.M. *Importância, sentido e contribuições de*

Pesquisas para o ensino de química. *Revista Química Nova na Escola*, nº 1 maio, 1995, p. 27 - 31.

\_\_\_\_\_. SANTOS, W.L.P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? *Revista Química Nova na Escola*, nº 4, Nov. 1996, p. 28-29.

SILVA, Tomaz Tadeu da. Teorias do currículo: o que é isto? In: *Documentos de identidade uma introdução às teorias do currículo*. Belo Horizonte, Autêntica, 1999.

\_\_\_\_\_. Notas sobre história do currículo. In: \_\_\_\_\_ *Identidades terminais: as transformações na política e na pedagogia da política*. Petrópolis: Vozes, 1996.

SILVEIRA, H.E. *A construção do conhecimento químico em apostilas do ensino fundamental*. Uberlândia, 2000. MONOGRAFIA (Especialização em Educação para Ciência) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, 2000.

\_\_\_\_\_. CICILLINI, G. O conhecimento químico em apostilas do Ensino Fundamental. *Ensino em Re- revista*, Uberlândia, v.9, n.1, p.135-156, jun./jul. 00/01.

TARDIF, Maurice. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. *Educação & Sociedade*, ano XXI, n. 73, dezembro 2000.

\_\_\_\_\_. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários. *Revista brasileira de Educação* n. 13, jan/fev/mar/abr. 2000, p. 5-24

USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química*. 4ª. ed. São Paulo: Saraiva, 1999. volume único, 607 p.

\_\_\_\_\_. *Química - Manual do professor*. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, 1997, 48 p.

WOODS, P. *La escuela por dentro - La etnografía em la investigación educativa*. Barcelona: Paidós, 1987.

WITTROCK, M. C. (org). *La investigación de la enseñanza, métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós 1989.

WYNN, C., WIGGINS, A. *As cinco maiores idéias da Ciência*. Tradução de Roger Maioli. São Paulo: Ediouro, 2002, 203p.

# Anexos



Anexo 01:  
Transcrição das aulas

Professor Fábio  
Escola 01

## Prof. Fábio

### Considerações iniciais

O professor inicia falando sobre o conceito de matéria. A aula inicia-se aproximadamente, 10 minutos após o sinal. Percebe-se que a presença do pesquisador o incomoda, e tal professor conduz a aula olhando constantemente para o pesquisador. O professor apresenta bom tom de voz e, mesmo a sala sendo muito cheia, não há problemas de escutá-lo. Os alunos não perguntaram quem era o pesquisador.

*Prof.:* Falamos que a substância simples pode formar, pode passar por um fenômeno chamado alotropia. Sobre alotropia nós podemos ter substâncias alotrópicas pela atonicidade ou pela estrutura. No caso do  $C_{(Graf)}$  e  $C_{(diam)}$  a diferenciação é na estrutura. Temos também o enxofre e o fósforo. A mistura pode ser homogênea ou heterogênea. Assim, a mistura homogênea é aquela de uma fase e a heterogênea tem mais de uma fase. Qualquer recipiente onde tem uma mistura é chamada de sistema. O estado pode ser sólido, líquido ou gasoso. O estado apresenta características definidas. O estado sólido tem como características forma fixa e definida. O estado líquido tem forma variável. No estado gasoso, a forma também é variável. As moléculas do estado sólido estão mais presas. No estado líquido as moléculas deslizam, elas não são fixas num mesmo ponto. O estado gasoso, agente vai observar que as moléculas estão em movimento. O volume do estado sólido e líquido é fixo. Já no estado gasoso o volume do gás ocupa o volume do recipiente. Qualquer substância muda de um estado para outro (...) Quando você tem uma substância no estado sólido passando para o líquido temos o ponto de fusão, numa temperatura fixa. Quando você tem a substância no estado líquido, nós temos o ponto de ebulição, ao passar de líquido para gasoso. Agora eu vou dar visto no esquema que eu pedi na aula passada. Os exercícios para quem tem o livro são os exercícios de classe p. 31, 40 e 41.

*Ocorrência:* O professor passa de carteira em carteira dando visto no trabalho.

*Prof.:* Colocar as características dos três estados físicos e depois fazer os exercícios.

*Atividade:* Livro p. 32 "Características macroscópicas e microscópicas dos estados físicos" (Usberco e Salvador)

*Prof.:* Nós falamos para vocês que os vistos serão só naquele dia. Por motivo nenhum quem não trazer os exercícios na próxima não terão o visto. Não adianta recorrer a nada porque não adianta mais.

*Ocorrência:* O professor está indo de mesa em mesa dar orientação.

*Prof.:* "Vamos pessoal, vamos trabalhar, vocês vão ficar parados?"

**Ocorrência:** O professor mostra ao pesquisador um livro que sua filha utiliza em Ituiutaba.

**Prof.:** Este é o livro que minha filha usa num colégio particular de freiras em Ituiutaba. Ele é muito bom. Estou pensando em selecionar uns textos e trazer, pois apesar do livro texto ser bom ele traz o essencial. Os volumes separados são melhores.

**Ocorrência:** O professor circula pela sala tirando dúvidas e ajudando os alunos. Alguns alunos brincam e xingam baixo no fundo da sala.

**Prof.:** [Frente da sala] “Água destilada não é mistura. Você vai ver o seguinte: água destilada não é substância simples, H<sub>2</sub>O tem hidrogênio e oxigênio. É uma substância composta. É uma mistura homogênea.

**Ocorrência:** O professor vem ao fundo e pergunta se o aluno já fez o primeiro exercício.

**Prof.:** Já fez o primeiro exercício?

**Aluno:** Sim é o O<sub>3</sub>.

**Prof.:** O<sub>3</sub> é uma substância simples ou composta?

**Aluno:** Simples

**Prof.:** Então, você marca a letra “c”

**Prof.:** Se tiver dois ou mais elementos químicos, é substância composta. Por exemplo o monóxido de carbono, CO, [no quadro]. Como tem mais de um elemento químico, então é substância composta. Olha este exercício n. 3, você tem que ficar atentos, pois traz uma equação química. O que está escrito? Fala pra mim.

[no quadro]



Você vai observar que toda equação química antes da seta tem os reagentes. Na 2ª parte você tem os produtos. Nós já sabemos que os elementos que são encontrados nos reagentes estarão nos produtos

**Ocorrência.:** O professor explica o que é reagente, o que é produto.

**Prof.:** Você vai observar o que é substância simples, o que é substância composta e marcar a resposta.

**Ocorrência:** Prof. vai a carteira ajudar uma aluna.

**Prof.:** Tem um exercício que diz de uma embalagem isenta de elementos químicos. Existe um alimento isento de elementos químicos. O que ele quer dizer?

*Aluno:* Não existe?

*Prof.:* O que o exercício quer dizer? O exercício quer dizer que não existe produtos artificiais que fazem mal a saúde, mas ali tem produtos químicos.

SINAL

*Considerações de aula.*

Apesar do professor não falar de átomo, ou modelo, ele deixa transparecer estes conceitos ao explicar substância, ou mesmo elemento químico. A linguagem da química aparece como as fórmulas e equações, e o termo átomo de carbono, átomo de oxigênio aparece em suas falas. Não há a introdução do conceito de átomo ou elemento químico, mas parece que o professor já havia abordado de uma forma ou outra estes conceitos.

Professora Teresa  
Escola 02

## Prof. Teresa

### Aula sobre Modelos Atômicos - Aula 01

#### Considerações iniciais:

Horário: 13:00 - 13:50 h.

Os professores estavam bastante agitados. A prefeitura havia enviado funcionários para podar as árvores na porta do colégio e os professores não concordaram em como eles estariam procedendo para realizar a poda. Havia policiais na porta do colégio, e, na sala dos professores, um tumulto grande em função de discussões que alguns professores tiveram com a polícia. Isto porque os professores queriam impedir que os funcionários da prefeitura realizassem a poda das árvores. Os professores fizeram manifestação e a imprensa foi comunicada. Alguns alunos que chegavam ao colégio participaram das manifestações sendo incentivados pelos professores. A professora Teresa, fez a discussão do assunto em sala de aula. Também falou sobre a possibilidade de greve naqueles próximos dias.

#### Aula 01:

##### *Alunos agitados no início da aula*

*Prof.: Gente agora chega, tá.*

*Prof.: Hoje de manhã, aconteceu um fato desagradável no colégio, que quem chegou aqui um pouquinho mais cedo, viu que tinha policiais no colégio, imprensa, então o que aconteceu? Os alunos resolveram fazer uma manifestação a respeito do corte das árvores. Só que esta poda não é de responsabilidade da escola, porque o nosso diretor recebeu um ofício do meio ambiente do IBAMA, o pessoal veio aqui deu uma geral e eles viram que tinham algumas árvores que podiam cair. Então, o que eles fizeram: vamos cortar essas árvores que estão oferecendo perigo e vamos aparar as outras. Só que o que aconteceu que nós achamos: que o pessoal que veio pra cá fazer a poda é totalmente despreparado. Tanto é que as árvores ali da frente tá uma coisa descomunal, né. Então teve assim, uma manifestação, esses alunos, assim, fugindo um pouco até entre aspas um grau de consciência, foram pra rua interditaram a rua, tanto é que tem uma parte aqui que não dá pra passar, encheu de policial, é horrível.*

*Aluno: Final da história?*

*Prof.: Final da história, fez BO, foi uma bagunça, então só explicando pra vocês esse negócio da poda (...) Foi uma coisa necessária que um órgão de ordem maior pediu. Só que o pessoal que eles mandaram foi despreparado. Agora, a gente está pedindo pra vir alguém que seja especialista pra podar, pois dependendo de como a poda é feita, mata a árvore.*

*Aluno: E a greve, professora?*

**Prof.:** Gente quanto a greve, nós ainda não decidimos, nada. Vai entrar em greve dia 9? Ninguém me contatou, a gente não está sabendo. Tem proposta? Tem. Mas que ter proposta não significa que vai acontecer.

**Aluno.:** Professora me dá uma folha?

**Prof.:** Tem alguém com mais de uma folha. Não precisa copiar no caderno não pois tem tudo na folha. Pronto gente agora chega, quem não ta com folha pra seguir, preste atenção. O que a gente vai fazer. Rever sobre o conteúdo de modelos atômicos. Eu senti uma deficiência muito grande no trabalho que vocês fizeram, tanto é que vocês viram as notas né. O que eu vi muito no trabalho de vocês era o que? Primeiro, talvez um pouco de falta de pesquisa de bibliografia. A escola não oferece grande bibliografia. Então, o que eu resolvi fazer? Uma pesquisa, é claro que não é uma pesquisa detalhada, pra vocês terem uma melhor noção. Por que quando eu pedi os Modelos Atômicos, vocês começaram onde? Lá em Dalton. Só que antes de Dalton tiveram algumas coisas importantes pra Dalton estabelecer o modelo dele. Outras coisas que eu vi muito até aqui: fulano descobriu o elétron, fulano descobriu o próton e ninguém descobriu o nêutron. Então, nesse trabalho aqui que eu digitei pra vocês tem mais ou menos um período de tempo e as pessoas que descobriram de fato as partículas fundamentais. Primeira coisa, quando nós vamos fazer o modelo, fazer entre aspas né, nós temos que saber o que? Que nada nasce por acaso. Se agente vai falar mal de alguém, para gente falar mal, pra ter uma referência primeiro agente tem o que? Observado esse alguém. Tanto pra falar bem, quanto pra falar mal. Então os principais feitos científicos aconteceram depois do que? De observação. Eu não posso chegar aqui e falar - essa carteira é formada disso ou disso, se eu não faço uma análise, se eu não observo a carteira. Então antes de qualquer modelo teve algumas observações. Observações até muito antigas. A primeira idéia, a primeira observação aconteceu com os filósofos gregos, aproximadamente no século V antes de Cristo. Então no século V aC até hoje é muito tempo, então a evolução é muito grande. Então o que estes filósofos tinham a idéia: Tudo na natureza, tudo que existe deve ser composto por alguma coisa, toda matéria dever ser composto por alguma coisa. Então os filósofos gregos associaram a matéria ao que: que tudo seria composto por fogo, ar, água e terra. Então o que eles acharam? Tudo que existia, se existia uma árvore era composta pela união desses elementos: terra, água, fogo e ar. Só que fica assim, muito amplo. Imagina, eu pelo menos não consigo assim (...) É que hoje a gente já ta muito acostumado com os modelos atuais - olhar pra uma árvore, falar gente, como que uma árvore pode ser composta por isso daí. Essa idéia perdurou por algum tempo. Daí o que aconteceu? Outros filósofos gregos, Leucipo e Demócrito falaram o que? A matéria é composta por minúsculas e inúmeras partículas indivisíveis. Então a combinação disso daí é que forma a matéria. Então pra Leucipo e Demócrito todas as substâncias eram formadas por partículas pequenininhas e indivisíveis. Só que se eu falar que a cadeira é feita com partículas pequenininhas será que eu vou estar conseguindo demonstrar isso daí. E naquela época, antes de Cristo, será que tinha toda aparelhagem que tem hoje pra gente provar alguma coisa? Não tinha. Só que daí Aristóteles - todo mundo já ouviu falar de Aristóteles em física ou química, matemática - então o que aconteceu com Aristóteles? Ele reformou a idéia dos primeiros filósofos gregos. Ele continuou falando que tudo era formado de terra, fogo, ar e água. Só que ele fez o que? Ele deu características para o fogo e para a água. O que ele falou o fogo seria o seco e o



quente, enquanto que a água seria o frio e úmido. Para ele toda a natureza seria formada disso daí. O que diferiria uma árvore de outra era a quantidade desses elementos, frio, quente, seco e úmido. Então Aristóteles acreditava nisso, ta, que tudo na natureza era formado pela combinação disso daí. Por isso que os alquimistas, vocês já ouviram falar que eles tentavam transformar tudo em ouro. Porque se tudo era composto por terra, água, fogo e ar, pra nós formarmos uma substância na outra, bastava o que? Ou eu colocar alguma dessas coisas ou tirar. É hoje a gente sabe né, pelo menos pelo modelo que a gente tem que não é isso. Só que além dessa parte, vamos dizer, bem química, teve também Paracelso, que foi um cientista bem dedicado á área de medicina. Então o que ele falava, que a química deveria servir para fabricar remédios. Por que isso? Porque ele achava o que? Que o corpo humano ficaria são, quando as substâncias, que substâncias? Não sabe. Quando a substância que formam o corpo estaria em equilíbrio. Então o que ele fala? Se eu to doente é porque eu estou em desequilíbrio, então pra eu equilibrar isso, o que eu faço? Eu tomo um composto químico para equilibrar isso. Isso daqui para vocês verem foi na época do renascimento. Renascimento foi no século XV por aí. Olha a diferença de data para a evolução: tudo antes de Cristo ao século XV. Só que até aí falar que as substâncias que compõem o corpo estão em desequilíbrio é uma coisa, mas em falar no que essas substâncias são compostas. É extremamente diferente, né, falar de tal substância e de que ela é composta. Foi aí que já começa os modelos em si. O primeiro deles de Dalton. Dalton também, não tirou o modelo dele do nada, foi baseado em fatos experimentais e experiência que Dalton tirou o modelo. Nós temos duas experiências que agora eu vou citar pra vocês, só pra vocês localizarem porque o nosso livro a matéria esta um pouco a frente então eu não dei para vocês que é a Lei da Conservação das massas e aquela Lei: Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma – Lei da Conservação das massas e lei das proporções constantes, ou seja, pra água existir vai ter uma quantidade fixa de H que se combina com o O. Pra ser água, tem que ter esse tanto de H e esse tanto de O.

QUADRO: H<sub>2</sub>O.

Então Dalton baseado nessas experiências propôs seu primeiro modelo. Pra Dalton o átomo nada mais é do que uma bolinha de gude, ou seja, ele é maciço, esférico e indivisível. Tá. Então isso é o mais marca o modelo de Dalton, porque é justamente aí que vão surgir as contradições. Além de Dalton falar que o átomo é maciço, esférico e indivisível; tinha outras coisas que ele falava: que se eu tivesse átomos com o mesmo tamanho e a mesma massa, esses átomos tinha propriedades iguais. E átomos com mesmo tamanho e mesma massa, seria um elemento químico. Outra coisa que ele fala: se eu tenho átomos de diferentes tamanhos e diferentes massas eles tem propriedades diferentes. Outra coisa muito observada que foi naquela duas leis que a gente falou e que ainda não viu é o que: se eu tenho uma reação química, que é aquele fenômeno químico que a gente estudou, os átomos não vão ser destruídos, tá!?... Ou seja, eu não fabrico átomos e não destruo átomos. O que pode acontecer com eles é um rearranjo. Os átomos vão se rearranjar formando novas substâncias. Então o modelo de Dalton, em suma é isso daí. A principal parte que ele difere dos demais que gera dúvida é ser maciço e indivisível.

Gente se tiver alguma dúvida, principalmente pra quem tá conversando, pode perguntar viu. Não precisa ficar igual a uma múmia não. Alguma dúvida até Dalton?

*Aluna:* Dalton?

*Prof.:* Alguma dúvida?

Alunos sem resposta. Um pouco apáticos frente a descritividade da professora.

*Prof.:* Só que o modelo atômico não parou em Dalton. Dalton é muito antigo.

*Aluno.:* De quando Dalton é?

*Prof.:* Eu não lembro não.... Hélder você lembra de que século Dalton era?

*Pesqu.* Século XVII.

*Prof.:* Século XVII, depois do renascimento. Então o que aconteceu? As coisas não ficam paradas. Ninguém está satisfeito em ver as coisas daquele jeito tendo que aceitar. Então Tales de Mileto resolveu fazer uma experiência que é aquela que eu já até falei para vocês, que vocês podem fazer usando o pente ou a régua com um papel. Então o que aconteceu com Tales de Mileto? Ele falou, vou fazer uma experiência... O que ele pegou? Âmbar que é uma resina fossilizada... Quem aqui assistiu aquele filme, Parque dos Dinossauros, deve lembrar que o mosquitinho estava dentro de uma resina fossilizada. Então o que aconteceu? Ele pegava essa resina fossilizada e atritava com lã. Pegava duas resinas e atritava com lã. Na hora que ele ia aproximar as resinas, viu o que? Viu que ela repelia. Se ele atritasse a resina com a lã, a hora que ele aproximava a lã com a resina viu que havia atração. Até então, ele só conseguiu fazer essa observação. Explicar ele não explicou, ele fez a observação e deixou a observação feita por escrito. Daí pra dar continuidade a esse tipo de observação, Benjamim Franklin que foi até o inventor do pára-raio, ele fez uma experiência que ele amarrou num dia chuvoso de raio, amarrou uma chave num papagaio para ver a condutividade elétrica. Dentre outras coisas o que Benjamim Franklin chegou a conclusão: que cargas opostas iriam se atrair, e cargas iguais iriam se repelir. Se eu to falando em cargas, o modelo de Dalton não falava nada de cargas. Tem como o meu átomo ser totalmente indivisível, se eu estou falando de carga?

**Alunos sem resposta**

*Prof.:* Não. Porque embora nesta época não se sabiam o que era próton, nêutrons e elétrons, tinha-se a idéia de que? De massa e de carga. Então se eu tenho carga, ele já começou a falar de carga positiva e negativa sem dar nome. Então daí já começa entrar em cheque o modelo de Dalton. Essa parte aí de natureza...

*Gente não vou pedir pro fundo, só desta vez... Deixa a (...) ficar quieta.*

Dando continuidade a essa descoberta da natureza elétrica, Crookes fez a experiência dos raios catódicos. Quem aqui no trabalho descreveu essa experiência de raios catódicos? Por que o que eu achei no trabalho foi o que? Thomson, descobriu os elétrons. Thomson, não descobriu elétrons. O que seria essa experiência dos tubos de raios catódicos? Eles pegaram um tubo vedado, colocaram duas placas de metal nesse tubo.

*Pra quem quiser acompanhar está na página dois. Está até escrito Tubo de descarga de gás.*

Então eles pegaram o tubo, e colocaram dois eletrodos, que são essas placas de metal no tubo. De um lado eles falaram que era o positivo, como chama o lado positivo que está escrito aí? O positivo chama?

*Aluno.:* Anodo.

*Prof.:* E o negativo?

*Aluno.:* Catodo.

*Prof.:* Então o que eles fizeram? Ali dentro tinha pouquíssima quantidade de gás. Eles submeteram esse tubo a uma descarga elétrica pra ver o que acontecia. Quando eles submeteram esse tubo, o que eles viram? Que o tudo se iluminava. Que formavam raios que eles chamaram de raios catódicos. Porque? Eles partiam da onde? Leia aí gente...

*Aluno.:* Do pólo negativo em direção ao pólo positivo.

*Prof.:* Então eles ficaram chamando de raios catódicos. Muito mais tarde um outro cientista falou que essas partículas que formavam esses feixes seriam os elétrons. Então quem deu o nome de elétrons aos elétrons. Stoney. Está escrito aí. Stoney descobriu as cargas dos elétrons? Não. Até agora eles tem idéia de que? De negativo e de positivo. Eles não tem idéia de quanto vale o elétron ou de quanto vale uma carga positiva. Essa carga do elétron foi descoberta por Milikan em mil oitocentos e tanto. Do nome elétron para determinação da carga do elétron, também foi o que? Um bom intervalo de tempo. Então aqui eles já sabiam o que? Que parte da matéria era formada por? Elétron. Que correspondia a parte negativa. Depois daí o que aconteceu?

*Aluno.:* O modelo atômico de Thomsom.

*Prof.:* Então depois dessas observações, Thomsom utilizando-se desse experimento repetiu o experimento, viu que acontecia a mesma coisa, então ele falou: se tem cargas negativas, que são os elétrons, então o átomo de Dalton estava errado. Então se eu tenho os elétrons o átomo tem que ser divisível. Então Thomsom, já contrariou a idéia de Dalton. Mas Thomsom foi um pouquinho além... Um átomo não podia ser formado apenas de carga negativa. Então ele associou o que? A idéia de neutralidade, ou seja, no meu átomo eu tenho uma quantidade de carga negativa, que deve ser igual a quantidade de carga positiva, então isso daqui de positivo igual a negativo vem desde Thomsom... Então a idéia de cargas balanceadas, sistemas neutros, vem desde Thomsom. Só que Thomsom, fez seu modelo como? Ele sugeriu que seu modelo fosse parecido com um pudim de passas, ou seja, um fluido com cargas positivas com elétrons ali incrustadas.

*Aluno.:* A senhora tá explicando tudo que aconteceu aí, o que eles falaram, o que cada um disse, agente tem que saber quem inventou o que aí também? A senhora vai cobrar isso?

*Prof.:* Se eu falasse que ia cobrar, você estudaria?

*Aluno.:* Eu estudaria, mas eu não ia dar conta de estudar tudo isso não.

*Prof.:* Da conta sim....

*Aluno:* Mas a senhora vai cobrar?

*Prof.:* Como você dá conta? Fazendo esquemas. Então vamos supor. Elétrons, quem descobriu. Escreve lá faz uma tabelinha. O nome foi dado por fulano, e a carga por ciclano. Já é o que uma referência. Como eles descobriram? Eles fizeram um tubo totalmente fechado, tinha gases nesse tubo, tinham duas placas elétrica, o que eles fizeram? Pegaram ligaram na tomada, forneceram corrente e viram que acendeu uma luz no tubo. Pra você estudar você tenta fazer o mais simplificado possível. Do jeito que você consiga entender, ou seja, um resumo com as suas palavras. É claro que eu não vou pedir descreva toda história da Evolução atômica. Não vou pedir para você fazer uma redação escrevendo toda evolução. Principalmente porque, exigiria aulas e agente não tem tempo de "aulas". Então é o

básico. Básico, básico mesmo. Se eu perguntar como é o modelo de Dalton, você tem que ter a idéia que o átomo é esférico, maciço e indivisível. Como é o modelo de Thomsom. Ele é um pudim de passas. Já entra a idéia de divisão. Pra Thomsom o átomo já é o que divisível. Então você precisa saber de todos os detalhes. Não, você precisa saber o que o elementar, do que faz a diferença entre um modelo e outro.

Depois de Thomsom essa foi uma ordem pesquisando o que eu vi. Thomsom deu a idéia de positivo e negativo. Só que eu preciso provar aquilo que eu falo para os outros acreditarem. É assim que funciona na ciência, não adianta eu chegar aqui e falar todos os modelos atômicos estão errados, eu formulei um modelo. Mas se eu não provar esse modelo, que ele satisfaz as características, os fenômenos estudados, nada adianta falar que eu tenho um modelo. Então é nessa esperança de provar existência de carga negativa e positiva, que ocorre a evolução do modelo atômico. No trabalho não teve ninguém que falou como surgiu o próton. Teve gente que falou Rutherford descobriu o próton. Rutherford descobriu o próton. Não. Quem descobriu o próton.

Aluno: Goldstein.

Prof.: Como ele descobriu o próton?

Aluno: Não sei, eu chutei.

Prof.: Goldstein, fez uma experiência muito parecida com a de Crookes. Só que o que aconteceu? Crookes usava o que? Dois eletrodos contínuos. Goldstein perfurou um dos eletrodos, ou seja, alguma placa tinha buracos no meio, e era como o que se aqui atrás ele colocasse alguma coisa que permitisse eu ver se está passando alguma coisa por esses buracos. Ele usou o mesmo raciocínio: usou gases, usou descarga elétricas, usou tubos vedados. Só que ao invés dos eletrodos serem contínuos, um deles era perfurado. O que então ele notou? Ao ligar o eletrodo, ao passar a corrente elétrica para o eletrodo, o que acontecia? Vinha elétrons e esses elétrons bombardeavam os átomos dos gases que estavam presentes ali dentro do tudo. Se eu for bombardear nesta caso, os átomos vão perder elétrons. Se eles perdem elétrons, eles ficam o que? Positivo. Se eles estão positivos ele vai ser atraído pelo eletrodo, pela parte positiva, ou pela parte negativa. Então o que eles observavam. Que os feixes vinham o que? Em direção à parte negativa. Se eles colocassem um material ali atrás fluorescente, eles viam o que? Alguns pontos. Se opostos se atraem, então quem está vindo pro lado negativo? Os positivos. Então desse modo aqui, ele provou o que? Em átomos há a existência de partículas positivas.. Mais tarde Rutherford fez mesma experiência, só que ele usou o que? O gás hidrogênio. Ele observou a mesma coisa, só que dependendo da quantidade de prótons que o átomo tem, ele tem o que? Um tamanho. Então Rutherford viu o que? Que com os átomos de hidrogênio as partículas eram menores.

SINAL.

Os alunos mal esperaram a professora terminar de falar para saírem.

## Considerações de aula

A professora apresentou-se agitada durante o início da aula em função da manifestação realizada na porta do colégio, inclusive levantou a questão com os

alunos em sala de aula, demonstrando sua insatisfação com o ocorrido. Os alunos não ficaram questionando a presença do pesquisador. Os alunos são disciplinados e participaram atentamente, mas ficaram entediados com a descritividade da aula sobre modelo.

A aula foi muito descritiva, e não houve participação dos alunos. O pesquisador foi apresentado como um estagiário. Não houve interrupções da direção, e a professora não fez chamada, iniciando a aula aproximadamente 10 minutos após o sinal. Isso ocorreu em função da problemática na porta do colégio. A professora distribuiu uma folha para os alunos sobre o assunto que ia ser abordado em aula, e não utilizou ou sequer recomendou a utilização do livro didático adotado.

ANEXO 02:

Planos de Curso

Escola 01  
Professor Fábio

CONTEÚDO A SER MINISTRADO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RECURSOS DIDÁTICOS E AVALIAÇÃO	BIMESTRE
<p>I) <u>MATÉRIA E ENERGIA.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecimento de propriedades: gerais, específicas e organolépticas.</li> <li>- Conceitos de substâncias puras, simples e compostas.</li> <li>- Os estados físicos e as mudanças de estado.</li> <li>- Conceito de misturas, classificação e os processos de separação de misturas.</li> <li>- Alotropia.</li> <li>I.1) <u>modelos de estrutura interna da matéria</u></li> <li>- A idéia de constituição atômica da matéria.</li> <li>- Raios catódicos e canais.</li> <li>- Radiatividade.</li> <li>- Modelo de Thomson.</li> <li>- Modelo de Rutherford-Bohr.</li> </ul> <p>Reações nucleares como fonte de energia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipos de radiações e características.</li> </ul>	<p>Ao término desta unidade o aluno terá conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reconhecer as diferentes propriedades da matéria.</li> <li>• conceito de substâncias e classificação.</li> <li>• conceito de mistura.</li> <li>• reconhecer as misturas homogênea e heterogêneas.</li> <li>• conceituar alotropia.</li> <li>• estabelecer os diferentes processos de separação de misturas.</li> <li>• da experiência de Rutherford e de seu modelo.</li> <li>• dos postulados de Bohr.</li> <li>• da distribuição em níveis e subníveis.</li> <li>• das formas de radiações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva com exemplos práticos.</li> <li>• Exercícios em grupo.</li> <li>• Aula de vídeo.</li> <li>• Avaliação mensal.</li> <li>• Avaliação bimestral.</li> </ul>	1º BIMESTRE
<p>II) <u>CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Um breve histórico da classificação.</li> <li>- Da tabela de Mendeleev.</li> <li>- Da divisão da tabela.</li> <li>- Das propriedades periódicas e aperiódicas.</li> </ul>	<p>Ao término desta unidade o aluno terá conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• conceito de propriedades e divisão.</li> <li>• reconhecer os elementos.</li> <li>• analisar os gráficos das propriedades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercícios de (V) ou (F) avaliativos.</li> <li>• Exercícios em grupo.</li> <li>• Avaliação mensal.</li> <li>• Avaliação bimestral.</li> </ul>	2º BIMESTRE



CONTEÚDO A SER MINISTRADO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RECURSOS DIDÁTICOS E AVALIAÇÃO	BIMESTRE
<p>IV) <u>AS LIGAÇÕES QUÍMICAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que os átomos se ligam.</li> <li>- A ligação iônica.</li> <li>- A ligação covalente.</li> <li>- A ligação metálica.</li> <li>- Geometria das moléculas.</li> <li>- Polaridade das moléculas.</li> <li>- Interações intermoleculares.</li> <li>- Propriedades dos compostos.</li> </ul>	<p>Ao término desta unidade o aluno terá conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• das idéias gerais por que os átomos se ligam.</li> <li>• da ligação iônica.</li> <li>• do conceito de valência.</li> <li>• da ligação covalente.</li> <li>• das representações gráficas das fórmulas.</li> <li>• aplicação das geometrias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva com exemplos práticos.</li> <li>• Exercícios em grupo.</li> <li>• Aula de vídeo.</li> <li>• Avaliação mensal.</li> <li>• Avaliação bimestral.</li> </ul>	3º BIMESTRE
<p>V) <u>FUNÇÕES QUÍMICAS REAÇÕES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução às funções.</li> <li>- Estudo dos ácidos.</li> <li>- Estudo das bases.</li> <li>- Estudo dos sais.</li> <li>- Estudo dos óxidos</li> <li>- Classificações das reações.</li> </ul>	<p>Ao término desta unidade o aluno terá conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reconhecer ácidos, bases, sais, óxidos.</li> <li>• nomenclatura dos compostos.</li> <li>• aplicação das funções.</li> <li>• propriedades das funções.</li> <li>• classificação das reações.</li> <li>• reações do nosso cotidiano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercícios de (V) ou (F) avaliativos.</li> <li>• Exercícios em grupo.</li> <li>• Avaliação mensal.</li> <li>• Avaliação bimestral.</li> </ul>	4º BIMESTRE

Escola 02  
Professora Teresa

## Objetivo geral da disciplina

Os tópicos deste programa foram desenvolvidos de modo a formar um conjunto harmonioso, em que a seqüência de conteúdos possibilite ao aluno a compreensão e construção do conhecimento.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS – 1ª série

### Unidade I. A matéria e suas propriedades

1. Definir matéria, corpo, objeto, energia e conhecer as unidades para quantificar a matéria
2. e 3. Reconhecer os três estados físicos da matéria: sólido, líquido e gasoso: características macro e microscópicas. Mudanças de estado físico e as energias envolvidas
4. e 5. Descrever, classificar e diferenciar através de suas propriedades físicas, as substâncias puras e as misturas
6. Interpretar e usar os processos mais comuns de separação de misturas
7. e 8. Descrever e classificar substâncias simples, composta e alotrópica: a idéia do elemento químico
9. Reconhecer fenômenos químicos e físicos
10. Escrever as fórmulas: o conceito de átomo e molécula

### Unidade II. A constituição da matéria

1. Reconhecer os modelos de Dalton, Thomson e Rutherford: idéia da constituição atômica da matéria
2. Representar o átomo: significado do número atômico e número de massa  
Definir elemento químico  
Reconhecer átomos isótopos, isóbaros, isótonos e isoeletrônicos  
Interpretar a formação de íons
3. Interpretar o modelo atômico de Bôhr: a idéia da quantização de energia  
Interpretar o modelo dos subníveis de energia  
Analisar o diagrama de Pauling e fazer a distribuição eletrônica em átomos neutros e em íons  
Reconhecer a camada de valência dos átomos e relacionar com suas propriedades químicas

### Unidade III. A tabela periódica

1. Reconhecer grupos e períodos: principais características
2. Localizar os elementos na tabela periódica através de sua configuração eletrônica
3. Classificar os elementos como metálicos e não metálicos, através da configuração eletrônica
4. Definir cada propriedade e entender sua variação nos grupos e períodos

### Unidade IV. Ligações químicas

1. Reconhecer as possíveis combinações entre os elementos e o modelo do octeto
2. Estabelecer relações entre as propriedades das substâncias iônicas com a natureza da ligação  
Escrever as fórmulas de diferentes substâncias iônicas
3. Estabelecer relações entre as propriedades dos compostos moleculares e macromoleculares com a natureza da ligação  
Representar as substâncias, através de fórmulas eletrônica, estrutural e molecular
4. Demonstrar a possível geometria das moléculas utilizando o modelo VSEPR  
Reconhecer ligações e moléculas polares e apolares  
Relacionar e prever as solubilidades de substâncias em diferentes solventes
5. Reconhecer a existência das interações intermoleculares  
Diferenciar a intensidade das interações intermoleculares e relacioná-las às propriedades dos compostos moleculares
6. Interpretar as características do modelo de ligação metálica  
Relacionar as propriedades dos metais com a natureza da ligação  
Reconhecer ligas metálicas

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS – 1ª série

### Unidade V. Funções inorgânicas

1. Conceituar teoria de Arrhenius : ácidos, bases, sais e óxidos
2. Escrever as fórmulas e dar nomes aos ácidos, bases, sais e óxidos
3. Classificar os ácidos em fortes, moderados e fracos de acordo com seu grau de ionização
4. Reconhecer o número de hidrogênios ionizáveis na molécula do ácido
5. Escrever a equação de ionização para ácidos e a de dissociação para as bases
6. Relacionar a solubilidade das bases em água com sua classificação como forte ou fraca
7. Mostrar o comportamento da amônia como base
8. Equacionar a dissociação de sais
9. Escrever a equação de neutralização total e parcial dos sais – balanceamento
10. Reconhecer óxido molecular e óxido iônico
11. Classificar os óxidos como ácidos, básicos, neutros e anfóteros
12. Escrever a equação que representa a reação dos óxidos em água, ácidos e bases

### Unidade VI. Reações químicas

1. Conceituar reação química com base no arranjo de átomos e na transferência de elétrons
2. Representar as reações químicas através de equações moleculares e iônicas
3. Balancear as equações por tentativa
4. Reconhecer as evidências macroscópicas de ocorrência de uma reação química
5. Reconhecer e escrever equações de reações químicas em solução aquosa que envolvem :
  - \* metais e ametais
  - \* formação de um eletrólito mais fraco
  - \* formação de um produto menos volátil
  - \* formação de um produto menos solúvel

Conteúdo da Matéria de Ensino (Unidades e Subunidades)	Carga Horária	Observações
<b>Unidade I. A matéria e suas propriedades</b>		
1. Matéria e Energia		
2. A importância da energia como agente de transformação		
3. Mudança de estado físico e energias associadas nesses processos		
4. Substância pura e mistura		
5. Propriedades específicas das substâncias puras e das misturas		
6. Misturas homogêneas e misturas heterogêneas		
7. Substâncias simples e substâncias compostas		
8. Alotropia		
9. Fenômenos químicos e fenômenos físicos		
10. Símbolos e fórmulas para representar as substâncias		
<b>Unidade II. A constituição da matéria</b>		
1. Modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford		
2. Principais características dos átomos e suas relações		
3. O modelo atômico de Böhr		
<b>Unidade III. A tabela periódica</b>		
1. Famílias ou grupos e períodos		
2. Localização das famílias e períodos na tabela periódica		
3. Classificação dos elementos		
4. Propriedades periódicas		
<b>Unidade IV. Ligações químicas</b>		
1. Teoria do octeto		
2. Ligação iônica ou eletrovalente		
3. Ligação covalente e ligação covalente dativa		
4. Geometria molecular, polaridade das ligações e solubilidade		
5. Forças intermoleculares		
6. Ligação metálica e ligas metálicas		

Conteúdo da Matéria de Ensino (Unidades e Subunidades)	Carga Horária	Observações
<b>Unidade V. Funções inorgânicas</b>		
Acidos		
Bases		
Saís		
Óxidos		
<b>Unidade VI. Reações químicas</b>		
1. Reações e equações químicas		
2. Tipos de reações químicas e balanceamento das mesmas:		
* reações de simples troca ou deslocamento		
* reações de dupla troca com; (a) formação de substância volátil,		
(b) formação de um produto menos dissociado e (c) formação de		
Precipitado		

**INDICAÇÃO BIBLIOGRÁFICA**

1. Tito e Canto – *Química na Abordagem do Cotidiano* – Volume Único
2. Tito e Canto – *Química na Abordagem do Cotidiano* – Volume 1
3. Usberco & Salvador – *Química* – Volume Único
4. Usberco & Salvador – *Química Geral* – Volume 1
5. Usberco & Salvador – *Química Essencial* – Volume Único

# ANEXO 03:

## Roteiro de Entrevistas

Professor Fábio  
Escola 01



## ROTEIRO DE ENTREVISTA DO PROFESSOR FÁBIO

### 1. FORMAÇÃO E ATUAÇÃO PROFISSIONAL:

- 1.1. No Ensino fundamental:
- 1.2. Na Universidade:
- 1.3. Graduação:
- 1.4. Motivos que o levaram a optar pela Química:
  
- 1.5. Atualização:
  
- 1.6. Tempo de Magistério:
- 1.7. Situação Funcional:
- 1.8. Escolas que leciona:
- 1.9. Carga horária:

### 2. ENSINO:

- 2.1. Como ocorre a atribuição de aulas na escola? (conteúdos, períodos, séries)
- 2.2. Preparação das aulas:  
Bibliografia  
Livro Didático

### 3. METODOLOGIA

- 3.1. Como o professor vê uma seqüência de conteúdos para o primeiro ano do ensino médio?
- 3.2. A abordagem de Modelos atômicos, estava no primeiro bimestre, após o estudo de substância e mistura, porém em suas aulas, a noção de átomo é tratada em primeiro momento nas primeiras aulas. Existe um motivo especial para esta abordagem? Existe algum material didático que trabalha desta maneira?
- 3.3. Qual o papel de modelos atômicos na construção do conhecimento químicos escolar?

- 3.4. Apesar de não se trabalhar especificamente com modelo atômico, a proposta de Rutherford aparece antes do estudo de Distribuição eletrônica de Linus Pauling. É proposital esta abordagem?
- 3.5. O professor trabalha com outros modelos atômicos? Quais? Como estes são abordados? Existe algum modelo que o professor considera fundamental no ensino de Química? Por que?
- 3.6. Como o professor vê a aprendizagem do aluno sobre situações não visíveis, via modelos?
- 3.7. Qual a importância em se abordar o conceito de isótopo, isóbaro e isótono? Existe relação destes com o estudo de modelos atômicos?
- 3.8. Como o professor vê a abordagem de história da ciência no ensino de Química?
- 3.9. Vários exercícios de balanceamento das equações foram realizados. Por que a escolha do método algébrico? E os outros métodos: tentativas e redox?
- 3.10. De onde são retirados os exercícios extras trabalhados pelo professor? Existe algum material didático recomendado de exercícios de Química?

Professora Teresa  
Escola 02

## ROTEIRO DE ENTREVISTA DA PROFESSORA TERESA

### 1. FORMAÇÃO E ATUAÇÃO PROFISSIONAL:

- 1.1. No Ensino fundamental:
- 1.2. Na Universidade:
- 1.3. Graduação:
- 1.4. Motivos que o levaram a optar pela Química:

### 1.5. Atualização:

- 1.6. Tempo de Magistério:
- 1.7. Situação Funcional:
- 1.8. Escolas que leciona:
- 1.9. Carga horária:

### 2. ENSINO:

- 2.1. Como ocorre a atribuição de aulas na escola? (conteúdos, períodos, séries)
- 2.2. Preparação das aulas:
  - Bibliografia
  - Livro Didático

### 3. METODOLOGIA

- 3.1. Como a professora vê uma seqüência de conteúdos para o primeiro ano do ensino médio?
- 3.2. A abordagem de Modelos atômicos, estava no primeiro bimestre, após o estudo de substância e mistura, porém em suas aulas, a noção de átomo é tratada em primeiro momento nas primeiras aulas. Existe um motivo especial para esta abordagem? Algum material didático apresenta esta seqüência?
- 3.3. A proposta do modelo de Rutherford aparece antes do estudo de Distribuição eletrônica de Linus Pauling. É proposital esta

- abordagem? Como ajudar os alunos e alunas a visualizarem o diagrama?
- 3.4. Qual a importância em se abordar o conceito de isótopo, isóbaro e isótono? Existe relação destes com o estudo de modelos atômicos?
  - 3.5. No ensino de Modelos Atômicos, você fez opção pela descrição histórica dos fatos. Por que esta escolha? É possível uma abordagem de outra maneira? Qual?
  - 3.6. Os cientistas escolhidos na abordagem histórica são suficientes para o estudo de modelos? Existem outros? Quais?
  - 3.7. Durante a aula a professora faz referência à Tales de Mileto. Como Tales de Mileto colaborou para construção dos modelos atômicos?
  - 3.8. Como a professora aborda a evolução dos modelos? Por que novos modelos são propostos historicamente?
  - 3.9. Qual o papel dos modelos atômicos na construção do conhecimento químico escolar?
  - 3.10. Existe algum modelo que merece ser destacado no estudo desta temática? Por que?
  - 3.11. A professora trabalha com comparações. Existe algum material didático que aborda desta maneira? Qual o papel da analogia no processo de aprendizagem dos modelos atômicos?
  - 3.12. Antes de trabalhar com modelos atômicos, você pediu que os alunos fizessem um trabalho sobre Modelos. Este trabalho foi satisfatório? Como o mesmo foi avaliado?