

EVERALDO ALMEIDA DO CARMO

**AS ANALOGIAS COMO INSTRUMENTOS ÚTEIS PARA O ENSINO DO
CONTEÚDO QUÍMICO NO NÍVEL MÉDIO.**

**BELÉM
2006**

EVERALDO ALMEIDA DO CARMO

*AS ANALOGIAS COMO INSTRUMENTOS ÚTEIS PARA O ENSINO DO
CONTEÚDO QUÍMICO NO NÍVEL MÉDIO.*

**BELÉM
2006**

EVERALDO ALMEIDA DO CARMO

*AS ANALOGIAS COMO INSTRUMENTOS ÚTEIS PARA O ENSINO DO
CONTEÚDO QUÍMICO NO NÍVEL MÉDIO.*

Autor: Everaldo Almeida do Carmo.

Orientador: Prof^o. Dr. Luiz Acácio Centeno Cordeiro.

Dissertação apresentada à comissão Julgadora do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, sob a orientação do Professor Doutor Luiz Acácio Centeno Cordeiro, como exigência parcial para a obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS, na Área de concentração: Educação em Ciências.

BELÉM
2006

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial do NPADC, UFPA**

C 287a

CARMO, Everaldo Almeida do

As analogias como instrumentos úteis para o ensino do conteúdo químico no nível médio/ Everaldo Almeida do Carmo. ___Belém: [s.n.], 2006.

81 f.

Orientador: Luiz Acácio Centeno Cordeiro

Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará, Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento Científico, 2006.

1. QUÍMICA (Ensino Médio). 2. QUÍMICA-
Estudo e Ensino. 3. PRÁTICA DE ENSINO (Ensino
Médio) – Analogias.

I. Título.

CDD 19. Ed. 540.7

EVERALDO ALMEIDA DO CARMO

**AS ANALOGIAS COMO INSTRUMENTOS ÚTEIS PARA O ENSINO DO
CONTEÚDO QUÍMICO NO NÍVEL MÉDIO.**

Avaliado por:

Prof. Dr. Luiz Acácio Centeno Cordeiro

Prof. Dr. Lourivaldo da Silva Santos

Prof. Dr. José Moisés Alves

Data: 18 / 04 / 2006

**BELÉM
2006**

Dedicatória

Aos meus pais, pela incansável dedicação para que a realização
deste momento fosse possível.

Ao meu filho Ewerton e sua mãe Lídia, minha companheira, que
sempre me deram força pra não esmorecer diante das
dificuldades encontradas pelo caminho.

Aos meus irmãos e sobrinhos pela alegria de tê-los presentes.

Agradecimentos

A Deus, minha força e meu refúgio, por Ter me
conservado no caminho do bem e

Aos professores Prof. Dr. Luiz Acácio Centeno Cordeiro, Prof^a.
Dr^a. Terezinha Valim Oliver Gonçalves, Prof. Jesus de Nazaré
Cardoso Brabo, Prof^a. Ms. Andreia Garibaldi Loureiro Parente,
Prof^a. Ms. Jorge Ricardo Coutinho Machado
pelas importantes contribuições durante todo o trabalho.

Aos AMIGOS e funcionários do NPADC pelos momentos de
descontração e, principalmente, pelo apoio técnico fundamental
para a realização de qualquer trabalho acadêmico.

A todos os professores-orientadores do Clube de Ciências pela
companhia durante as tardes de labuta.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com este
trabalho.

AS ANALOGIAS COMO INSTRUMENTOS ÚTEIS PARA O ENSINO DO CONTEÚDO QUÍMICO NO NÍVEL MÉDIO.

Everaldo Almeida do Carmo
Prof. Dr. Luiz Acácio Centeno Cordeiro

Resumo: A importância da analogia no processo ensino-aprendizagem é assunto trabalhado exaustivamente por vários autores, embora existam algumas limitações associadas ao seu uso. O trabalho apresentado, que se insere numa investigação qualitativa, que procura verificar a utilidade das analogias no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de química no ensino médio, teve como objetivo mostrar como os professores fazem uso do processo analógico em suas explicações sobre modelos atômicos. O estudo foi realizado com três professores de química de uma escola pública de Belém. Os principais resultados apontam para diversas dificuldades dos professores na produção e exploração de analogias, que parecem estar estreitamente relacionadas com a dificuldade que os alunos apresentam em assimilar os conceitos químicos, o que, em geral, culmina com a má escolha dos análogos a serem explorados durante as aulas, tornando ineficaz o uso desses procedimentos.

Palavras-chave: **analogias, ensino-aprendizagem, modelo atômico**

ANALOGIES AS USEFUL TOOLS FOR TEACHING CHEMICAL CONTENT AT THE SECONDARY SCHOOL

**Everaldo Almeida do Carmo
Prof. Dr. Luiz Acácio Centeno Cordeiro**

Abstract: The need of the analogy in the process teaching-learning is a theme hardly studied by many authors, although there are some limits within its application. The present work, inside a qualitative research, that seeks to verify how useful the analogies in the process of teaching-learning of the chemical contents are, had a major purpose: show in which way teachers use the analogical method in their explanations about atomic models. This study was realized with three chemistry teachers of a public school in the city of Belém. The main results aim for many difficulties of the teachers within the production and performing of analogies, what seems to be very tightening linked with the lack of knowledge themselves own about their students, so they badly choose the analogies for use in the classroom, then these procedures become not very useful.

Keywords: **analogies, teaching-learning, atomic model**

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
Introdução	9
Memórias sobre minha prática	10
Capítulo 1- MEUS INTERROGANTES CAPITAIS.....	18
1.1. O quê, como e por que ensinar química.....	18
1.2. A importância dos estudos sobre analogias no ensino	23
Capítulo 2 - AFINAL, O QUE SÃO ANALOGIAS.....	27
2.1. Definindo Analogia.....	27
2.2. Diferença entre analogia e metáfora.....	28
2.3. O uso de analogias ao longo da evolução da ciência.....	29
2.4. Aulas de Ciências e analogias.....	30
2.5. O papel das analogias no ensino de Ciências.....	33
2.6. Sobre o ensino de modelos atômicos.....	35
2.7. As pesquisas sobre o ensino com analogias.....	37
Capítulo 3- SOBRE COMO APRENDI, SOBRE COMO APRENDEMOS: ANALOGIAS X TEORIAS DE APRENDIZAGEM.....	45
3.1. A passagem do saber científico ao saber cotidiano com a ajuda das analogias.....	45
3.2. As analogias como causadoras de obstáculos epistemológicos.....	48
3.3. Analogias como definidoras de “subsunçores” fatores determinantes na aprendizagem significativa.....	50
Capítulo 4 – COMO FIZ, COMO NÓS FIZEMOS	52
4.1. Metodologia do trabalho.....	52
4.2. Discussões acerca da metodologia.....	53
4.3. Resultados.....	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	66
ANEXOS.....	71

Introdução

A discussão sobre a real eficácia das estratégias analógicas utilizadas nas disciplinas que formam o campo das ciências como, Física, Química e Biologia, e que envolvem diretamente a abordagem de seus conteúdos, acabou tendo um crescimento acentuado nestes últimos anos.

Tais estudos revelam como os professores utilizam as analogias no ensino de conceitos das disciplinas supra citadas. No presente trabalho, procuramos mostrar, a partir da fala de professores, o quanto cada um deles tem, de fato, noção da abrangência de uma analogia, sempre levando em consideração que suas aulas são um espaço de interação social, sem mencionar a responsabilidade que cada professor tem com os seus alunos, ao trabalhar com o conhecimento prévio que cada aluno possui.

A maior parte dos estudos sobre o emprego de analogias procura enfatizar a atuação dos professores em suas aulas, as analogias que cada um utiliza fundamentadas em trabalhos de autores que se tornaram referência nos estudos sobre analogias como Duit, Treagust, Dagher, Cachapuz, Curtis, Reigeluth, entre outros. No entanto, nossa intenção é mostrar como os professores conseguem (ou não), de forma direta, fora da sala de aula, falar sobre as analogias que cada um se dispõe a utilizar em suas aulas de química.

Para efeito de limitação, enfatizamos aqui os modelos atômicos como o conteúdo escolhido para o trabalho, verificando como os professores trabalham a idéia de átomo, com o intuito de mostrar como este conteúdo é abordado no ensino médio.

É importante ressaltar que o surgimento, e posterior amadurecimento, da idéia de realizar este trabalho, se deu na própria escola onde a pesquisa se desenvolveu, a partir de conversas com professores de Química que ministram aulas para as turmas do ensino médio. Nessas conversas, verificamos que estes professores citavam muitas situações analógicas que eram utilizadas em suas aulas.

A pesquisa assumiu características de um estudo com abordagem fenomenológica, daí então a escolha do método baseado em entrevistas semi-estruturadas para que pudéssemos fazer o levantamento das idéias dos professores em relação às suas explicações sobre a abordagem dos modelos atômicos.

Memórias Sobre Minha Prática

Em nossa vida, as escolhas que fazemos nem sempre podem ser compreendidas como simples obras do acaso; a escolha da profissão, por exemplo, aquela que o indivíduo irá levar consigo, devendo ou não encontrar certa satisfação pessoal ou mesmo uma grande compensação financeira, é uma delas. Enfim, o fato é que tal escolha define o nosso futuro, podendo transformar-se em uma aflição para os indecisos, ou até mesmo uma decepção, quando essa escolha é feita de maneira precoce. Isso ocorre quando, na maioria das vezes, a escolha da carreira profissional é feita simplesmente por que os familiares já exerciam uma dada profissão com sucesso e o filho resolveu, dessa forma, seguir o mesmo caminho, como numa família de músicos ou engenheiros, por exemplo. Nestes casos o problema é mais sério e a aflição parece não ter fim.

Sem dúvida, a responsabilidade é grande, pois existem inúmeros fatores que acabam influenciando de maneira efetiva esta fase de nossas vidas. Como citado anteriormente, a pressão exercida por familiares e amigos mais próximos, pode fazer com que o jovem escolha de maneira equivocada a sua profissão. Coisas desse gênero devem ter marcado a todos nós, afinal de contas, quem não viveu esse momento angustiante?

Tendo em vista o momento dessa escolha, é que desejamos mostrar um pouco do que foi vivido por mim, desde os difíceis tempos de escola até hoje, e o que me motivou a optar pela licenciatura e, assim, atuar como professor.

Ao longo do tempo que atuo como professor, ouço várias estórias. Algumas delas engraçadas, outras nem tanto, que relatam como diversos profissionais optaram pela sua área de trabalho. Queremos levar em consideração esses fatos, e esperamos que este relato permita compreender as origens da idéia de realizar uma pesquisa dessa natureza.

Questões relacionadas ao ensino, ou mais precisamente ao processo ensino-aprendizagem, motivaram e ainda motivam grande parte das pessoas que fizeram ou fazem a opção pelos cursos de licenciatura, independentemente da área de atuação.

Em alguns casos, essa opção acaba surgindo muito cedo, mesmo que inconscientemente, em meio aos percalços da vida.

Nunca sequer sonhei ser professor, mas me agradava a idéia de ensinar, dar informações, etc. Isso tudo me fazia parecer mais útil, mais prestativo. Recordo que ao longo do ensino médio, surgiu a oportunidade de ministrar aulas de reforço para alguns colegas de sala, nada de muito complexo, porém exigiria um senso de responsabilidade ao qual eu não estava acostumado. No entanto, essa foi uma oportunidade única de mostrar que poderia ajudar, mesmo sabendo das minhas limitações. Cursávamos o convênio, último ano do ensino médio, e nos preparávamos para o vestibular e, devido às dificuldades que tinha em algumas disciplinas (principalmente as da área de humanas), resolvi participar de um grupo de estudos com o intuito de sanar essas deficiências. No grupo, cada integrante era responsável por uma disciplina, e por ter maior afinidade, fiquei responsável por ajudar a resolver os problemas de química. Devido à pressão e, é claro, a responsabilidade que assumi, tive que estudar em dobro, pois logo percebi que não possuía o domínio de alguns conteúdos. Deveria, entretanto, fazer o melhor possível para que cada um dos participantes do grupo pudesse compreender cada conceito. Isso facilitaria a resolução de problemas, o que naquele caso acabava sendo o nosso principal objetivo, pois o vestibular se aproximava.

No começo as coisas ficaram muito monótonas, pois não conseguia ver importância alguma nos problemas que resolvia com os meus colegas, talvez por que nenhum dos colegas tivesse alguma pergunta a fazer. Tudo era aceito sem questionamento. Aqui, recorro a Chassot (1993) para buscar uma razão para tal comportamento, pois percebo que não há muita diferença entre o ensino de química no nível médio da época em que cursei o convênio para o que temos hoje, ou seja, este “ensino” não preza a questão da utilidade dos conteúdos a serem ensinados ou aprendidos na escola.

É comum, nesses casos, que alunos digam que só estudam química para passar no vestibular, pois não vêem nenhum sentido; nenhuma relação ou aplicação daquilo que é ensinado na escola e o seu cotidiano, não pela insuficiência do conteúdo, mas pela maneira como este é ensinado.

Cheguei a pensar que deveria existir uma espécie de desafio a ser vencido para que houvesse maior motivação nos momentos de estudo. Porém, aquela falta de indagações sobre o assunto me incomodava, e devo confessar que me senti frustrado, mas continuei trabalhando. Essa situação me preocupava tanto, que ficava imaginando como é que os professores poderiam suportar tudo aquilo sem que beirassem a uma espécie de “tédio” provocado pela rotina no trabalho, ou até se sentirem pouco motivados pela continuidade do trabalho devido à falta de interesse manifestada por alguns alunos.

Mesmo sem ter com quem discutir o problema, e assim obter opiniões que me ajudassem a superar a angustia, decidi continuar estudando. Apesar de todos os percalços acabei escolhendo o curso de licenciatura em química para o qual prestei vestibular.

Ao ingressar no ensino superior, me veio a curiosidade de entender como se dava o processo de aprendizagem. Os questionamentos passaram a me acompanhar, tais como: De que forma os alunos seriam capazes de adquirir determinados conhecimentos? De que maneira eu poderia ensinar aos meus futuros alunos o que é um modelo atômico? Baseado em que, eu poderia mostrar a eles o conceito de algo que eu mesmo nunca tive a oportunidade de ver?

Foi então que me vi imaginando comparações entre algo concreto e conhecido pelos alunos ao menos em sua estrutura, e algo que podemos considerar abstrato. É válido lembrar que é comum em nosso dia-a-dia, buscar compreender algo desconhecido, utilizando comparações com coisas com as quais estamos familiarizados, destacando suas similaridades e/ou diferenças.

Nesse sentido, alguns pesquisadores defendem o uso sistemático de analogias¹ no processo ensino-aprendizagem para uma efetiva significação dos conteúdos escolares, principalmente aqueles mais abstratos, a partir das mediações simbólicas geradas pelo processo relacional entre o estranho e o familiar, entre o conhecido e o desconhecido.

¹ As analogias têm um papel significativo no processo de construção de conceitos científicos, pois para Abdounur (2003) *as várias contribuições da analogia na descoberta, desenvolvimento e avaliação de teorias científicas envolvem distintas formas e processos de representação, construção e uso de analogias*. Portanto, analisar o conhecimento e, principalmente a forma como este é apresentado ao aluno acaba tendo prioridade com intuito de contribuir para o processo ensino-aprendizagem.

Talvez aí tenha surgido uma primeira evidência de que os conteúdos a serem ensinados fazem parte de um mundo microscópico, e que eu precisaria de uma estratégia de ensino que me desse subsídio para me tornar mais eficiente no ensino destes conteúdos em sala de aula. Ao me expressar em relação a determinado conceito, deveria ter a capacidade, e a responsabilidade de ser o mais claro e simples possível, afinal de contas iria me formar e atuar como professor, e sendo assim, deveria procurar agir com clareza e simplicidade para ser um bom profissional.

Já na universidade, em meio a algumas discussões, ouvi alguém dizer que *a função de um professor se assemelha muito com a de um médico. A diferença está no fato de que a responsabilidade do professor é maior, pois se o médico errar - e isso pode acontecer naturalmente - este erro pode implicar até mesmo na morte de seu paciente. Por sua vez, o professor quando comete um erro, pode comprometer o futuro escolar de 30 a 40 pessoas, no mínimo.* Hoje, sei que as coisas não são bem nesses moldes, mas a frase me abriu os olhos para o fato da responsabilidade que nós profissionais da educação temos para com o processo ensino aprendizagem.

Hoje, as salas de aula estão sempre muito cheias, poderíamos dizer, sem medo de cometer exageros, que seriam de 50 a 60 pessoas o número de vítimas. Diversas questões rondavam minha cabeça, como ensiná-los? E como poderia ministrar aulas de maneira compreensível, agradável, clara e dinâmica? Como demonstrar segurança e motivar os alunos a estudarem química sem precisar passar horas resolvendo problemas que envolvem puro raciocínio matemático? Claro que tudo isso era um processo em longo prazo, mas me angustiava ainda mais saber que um dia teria que passar por ele e, por isso, precisava me preparar para enfrentá-lo.

Comecei a perceber que no meu curso algo não funcionava muito bem, ou pelo menos não funcionava como eu achava que deveria. Assim, passei a listar problemas que não podia resolver, como: laboratórios em condições precárias, disciplinas ofertadas em horários diferentes do funcionamento do curso, enfim, uma série de fatores que dificultavam até mesmo minha permanência no curso e, diante dessa situação, começava a desanimar.

As coisas pareciam muito difíceis, no entanto, sabe aquela luz no fim do túnel? Pois é! No quarto semestre do curso, a fim de realizar trabalhos de iniciação científica, busquei auxílio no Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico –

NPADC/UFPa, e depois de me familiarizar com o trabalho científico ali desenvolvido, passei a conhecer um pouco da história do curso de química da UFPa. Foi a partir daí que comecei a entender que, apesar de ser um curso de licenciatura, não contava com um corpo docente com formação na área de educação. O único professor com formação mais específica era especialista em História da Ciência, e me ensinou várias questões relacionadas ao ensino.

Depois disso, as coisas ficaram mais claras em relação à aprendizagem. Passei a compreender que nós alunos precisávamos de professores qualificados em química, mas que nos ensinassem noções de psicologia, didática, etc., conhecimentos que seriam de suma importância para nossa atuação como futuros professores.

Passei a notar que tudo aquilo se tratava de um processo muito mais complexo do que eu imaginava. Em meados de 1998 ingressei no NPADC/UFPa como bolsista de iniciação científica e passei a desenvolver uma pesquisa a respeito dos Livros Didáticos de Química mais utilizados nas escolas de ensino médio de Belém².

Naquele trabalho, me detive em analisar as analogias presentes em livros textos de química. Percebi que essas analogias têm ligação direta com o cotidiano, influenciando de maneira positiva, (em alguns casos negativa) o processo de ensino-aprendizagem de química.

Depois de formado, fui contratado pela Secretaria Executiva de Educação (SEDUC - PA), e como professor, me deparei com os primeiros desafios da minha recém iniciada carreira. Assumir turmas no início do ano letivo é normal, porém continuar o trabalho que outro professor iniciou, às vezes é bastante complicado e embaraçoso. Ter que fazer o trabalho de um ano em um semestre tornou-se um sacrifício, tanto para os professores quanto para os alunos, bem como para o ensino de uma maneira geral, pois acredito que o trabalho ficou comprometido.

Devo confessar que no primeiro ano como professor nada saiu como eu havia planejado. Provas por corrigir, notas a lançar, aulas corridas para poder vencer o programa (um grande entrave até hoje!). Passei a notar que a sala de aula estava mais

² Livro Didático: Análise de fatores que influenciam na Aprendizagem, trabalho apresentado nos congressos de 1998 a 2000 da Associação Brasileira de Química - ABQ; orientado pelo Prof. Dr. Lourivaldo da Silva Santos do departamento de Química da UFPa.

carregada de problemas do que de soluções. Onde deveria buscar essas soluções? O que deveria fazer? Estas foram e continuam sendo as minhas principais dúvidas sempre que me deparo com uma nova situação problema.

Apreendi também que em se tratando de ensino não temos nunca uma resposta imediata para essas situações. Tudo deve ser cuidadosamente planejado, antes de ser adotado qualquer procedimento que surja como uma provável solução.

Em uma aula de ciências, por exemplo, é muito comum que os alunos façam perguntas intrigantes, não pelo simples fato de fazê-las, mas por que são produtos de dúvidas e curiosidades oriundas do senso comum.

Assim, muitos de nós professores na busca de tornar mais compreensível o que queremos ensinar, empregamos analogias que ajudam efetivamente na compreensão de conceitos fundamentais no ensino de Ciências.

Em razão da constatação do emprego constante de analogias na prática docente no ensino de Química em nível médio, desenvolvemos um estudo sobre as analogias que os professores de Química utilizam na abordagem dos modelos atômicos.

Para tanto, levantamos as seguintes hipóteses:

1ª - Os professores ao trabalharem com determinados conteúdos no ensino de química, utilizam, mesmo que de maneira inconsciente, analogias na abordagem adequada dos conceitos necessários;

2ª - Os professores de química enfrentam dificuldades para utilizar analogias na abordagem e no desenvolvimento do conteúdo programático;

3ª - Os professores ao desenvolverem determinados temas, a exemplo, modelos atômicos, utilizam o raciocínio analógico com o intuito de fazer uma conexão entre o conteúdo abordado e uma situação conhecida pelos alunos.

Ao elencarmos tais hipóteses, faz-se necessário mostrar que a partir delas foram definidos os objetivos da pesquisa:

1) Identificar, na fala dos professores, as dificuldades que os mesmos encontram quando utilizam analogias no ensino de química;

- 2) Avaliar a eficácia das analogias empregadas pelos professores de química para trabalhar com modelos atômicos, presentes em seus relatos;
- 3) Avaliar as correlações com o cotidiano mencionadas pelos professores de química quando ensinam modelos atômicos.

A proposta da nossa pesquisa é mostrar de que forma as analogias são utilizadas como “ferramenta” no processo ensino-aprendizagem. Os elementos de pesquisa abrangem depoimentos de professores, de modo que, os resultados possam dar suporte a outros professores e/ou pesquisadores que possam vir a se interessar pelo tema, de maneira a perceberem tal prática rotineira, mesmo que inconscientemente utilizada por professores em nossas salas de aula.

A pesquisa consistiu em identificar e avaliar juntamente com os professores de química, as estratégias que os mesmos dizem utilizar em suas aulas, com o objetivo de tornar o desenvolvimento dos conteúdos de Química mais atrativos, de forma que tais conteúdos possam despertar maior interesse nos alunos do ensino médio.

Para o levantamento das informações necessárias ao prosseguimento da pesquisa, foram convidados três professores de uma escola da rede pública da cidade de Belém. Nas entrevistas foram utilizados questionários com perguntas relacionadas a conteúdos diversos, tais como, cinética química, equilíbrio químico e modelos atômicos, lembrando que o tema selecionado para o presente trabalho foi modelos atômicos.

A escolha desses conteúdos deveu-se ao fato de serem os mais frequentemente utilizados no estabelecimento de comparações e analogias com modelos presentes no dia-a-dia de professores e alunos.

As principais questões enfrentadas cotidianamente por professores de química são discutidas em nosso primeiro capítulo. Destaca-se também as principais características do ensino de química, atualmente desenvolvido nas escolas de ensino médio a fim de mostrar como os professores tentam responder aos seus principais interrogantes, o quê, como e por que ensinar química.

As analogias são abordadas em todo o trabalho. No segundo capítulo é apresentada uma abordagem mais sistemática do assunto, passando pelas definições do termo analogia, e procurando mostrar, também, como o emprego de analogias figuram na história do ensino de ciências.

No terceiro capítulo é apresentada uma abordagem das teorias de aprendizagem, ou, mais precisamente, a teoria ausubeliana da aprendizagem significativa, visando analisar se as analogias realmente contribuem de forma relevante para uma aprendizagem de fato significativa.

O quarto e último capítulo apresenta a descrição de toda a metodologia utilizada na elaboração deste trabalho, seguido das considerações finais. Nossa pretensão é chegar ao final com respostas que possam realmente contribuir com o ensino de ciências em particular o ensino de química.

CAPÍTULO I

MEUS INTERROGANTES CAPITAIS

1.1. O QUÊ, COMO E POR QUE ENSINAR QUÍMICA.

Neste primeiro capítulo, pretendemos abordar as principais características do ensino de química, e ainda, como e por que ensinar tal disciplina. Esta abordagem se dará com base na literatura da área, e a partir da nossa experiência profissional no ensino de química.

Ensinar química é uma tarefa difícil, tanto para os professores quanto para os alunos. No entanto, ensinar química acaba exigindo algumas habilidades muito peculiares desta área, habilidades essas exigidas para todos os níveis de ensino.

No ensino fundamental ensina-se química sem a preocupação de separar seus conteúdos dos conteúdos da Física, da Matemática ou da Biologia. É o ensino de ciências que acaba sendo o primeiro contato dos alunos com os conteúdos de química que serão trabalhados dali pra frente em sua vida estudantil. Conceitos, como por exemplo, os de substância pura e mistura, entre outros, quando trabalhados de forma displicente pelos professores, haja visto que, para compreendê-los os alunos devem saber as definições de átomo, elemento químico e molécula. Detalhes que acabam criando, desde as séries iniciais, uma certa aversão, por parte dos alunos, aos conceitos de Química.

Esses exemplos se intensificam no ensino médio. A compartimentalização da disciplina Química acaba tornando o conteúdo mais díspare. Os alunos, por sua vez, passam a ter suas “preferências”, ou seja, a parte do conteúdo de química que alguns acreditam ter maior afinidade, a exemplo, alguns preferem a química mineral pois é nessa parte que se estuda os elementos químicos em si, a tabela periódica e as funções inorgânicas. Outros preferem a química orgânica devido a facilidade em assimilar as regras de nomenclatura, classificação das cadeias carbônicas, etc.,

porém, poucos preferem a físico-química que acaba sendo a grande vilã da química no ensino médio, justamente por associar maior parte do conteúdo à conceitos matemáticos.

Neste nível de ensino, sem dúvida, o atrelamento dos conteúdos estudados com os processos seletivos (vestibulares) de universidades públicas e particulares tem contribuído de maneira negativa para um ensino que não faz uma associação dos fenômenos estudados com o cotidiano do aluno, mesmo que esses processos seletivos tenham ganhado um caráter de contextualização de seus conteúdos nos últimos.

Os que conseguem ascender ao ensino superior, e optam pelo curso de química, vão encontrar as mesmas dificuldades do ensino médio. Conteúdos extensos, professores que não dão a devida atenção aos problemas, que podem ou não ser causados pela abordagem de conceitos e definições que serão de grande importância para seus alunos no decorrer do curso.

Por esses e por outros motivos, é que ensinar química tem se tornando um dilema. No entanto, os professores que conseguem responder aos três interrogantes capitais, citados por Chassot (1995): como, o quê e por que ensinar química criam uma motivação extra, transformando o ensino dessa disciplina em uma atividade prazerosa, enquanto os que não conseguem encontrar respostas acabam engrossando o coro dos insatisfeitos.

Mas como conseguir fazer uma conexão entre os assuntos ministrados em sala de aula e os fatos que ocorrem ou ocorreram em nossa casa, nossa rua, nosso bairro, enfim, em todo o nosso contexto de vida diária, que chamamos de cotidiano? Como se fazer entender utilizando esses exemplos comuns ao cotidiano do aluno, sem ter uma distorção dos conceitos ensinados?

Não só o ensino de química, mas de qualquer disciplina, é algo que devemos encarar como um real desafio, e acima de tudo, uma grande responsabilidade, tendo em vista que tal proposta deve ser, no mínimo, alicerçada em idéias de um ensino que deve seguir estratégias, que acreditamos poder ser as mais adequadas a nossa

proposta de trabalho, ou seja, aquelas que estejam de acordo com as principais características de nosso aluno.

Já paramos pra pensar quantos alunos estudam química por gostam de estudá-la? Infelizmente não devem ser muitos. E quantos são obrigados a estudar, pois a disciplina faz parte de um conteúdo programático pré-determinado pela escola em seu ensino médio? As respostas para essas perguntas são de fácil previsão. Se levarmos em consideração fatos, como por exemplo, que além de disciplina obrigatória no ensino médio, a química é uma ciência, e como tal, se propõe a debater assuntos não só de interesse pedagógico, mas que abrangem um caráter que podemos aqui classificar como social.

Os meios de comunicação não cansam de noticiar problemas relacionados à poluição do meio ambiente, catástrofes nucleares, guerras, fenômenos naturais que causam danos materiais, enfim, algumas notícias que abalam toda a população de uma cidade, estado ou país, e notícias que deixam essa população esperançosa, como por exemplo, o avanço das pesquisas para encontrar a cura de doenças letais como o câncer e a AIDS.

A Química que apresenta soluções para alguns problemas é tida como “heroína”, no entanto, se traz problemas de qualquer ordem é imediatamente taxada de “vilã” sem direito a qualquer chance de defesa.

No Brasil, o exemplo clássico é o caso do Césio-137, acidente radioativo que fez várias vítimas fatais e que deixou seqüelas que até hoje são vistas na cidade de Goiânia. No entanto, quem ouve falar pela primeira vez do acidente, pouco fica sabendo a respeito de como as cápsulas foram encontradas, e muito menos ainda como se deu a contaminação. Com toda certeza, se a pessoa que colocou as cápsulas em uma “sucata” ou “ferro velho” tivesse a noção do perigo a que estava exposto, e que desta maneira estava expondo toda a população daquela área, não o teria feito sem as devidas precauções. Mas, pensemos de forma diferente. E se os populares soubessem o que é uma substância radioativa, e o perigo da radioatividade, o acidente teria sido evitado? Após o acidente, moradores, não só do bairro da periferia de Goiânia-GO onde ocorreu a tragédia, mas de todo o estado e por que não o país, passaram a tomar mais cuidado com todo e qualquer material desconhecido,

principalmente aqueles que apresentam cor e brilho diferenciados. Isso ocorreu, por que a imprensa deu grande ênfase ao acidente, e não era pra menos, devido à gravidade do mesmo, mas foi depois do esclarecimento sobre o perigo da exposição às substâncias radioativas, que a população passou a ser mais cautelosa, e os técnicos que manuseiam esse tipo de material, passaram a ser mais cuidadosos.

Neste caso, infelizmente, só após o acontecido, é que as informações veiculadas nos principais meios de comunicação desencadearam uma série de providências que levaram a população a ter mais tranquilidade em relação ao assunto, porém, como sabemos acidentes acontecem.

O momento educacional atual nos obriga, como professores, a trabalharmos com nossos alunos as questões tecnológicas, mostrando sempre a relação dessas questões com o cotidiano. No caso do ensino de química, a procura para tornar evidente essa preocupação tem dado origem a algumas tendências nesta área de ensino como, por exemplo, o CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) que tem como propósito mostrar o por que de um ensino de química voltado para a conscientização do aluno, de que a Química, se bem administrada, pode ser uma grande alternativa de impulso para o desenvolvimento de um país, e não simplesmente como uma causadora de problemas.

Ainda em relação ao ensino de química, é na sala de aula que esses conhecimentos começam a ser discutidos e apresentados aos conhecimentos que os alunos já possuem. Começa então, um processo de expansão dos saberes que o aluno possui.

Por que e para que memorizar um sem número de fórmulas? Para que esse conteúdo de química, que classificamos como denso e extenso, servirá?

Sem dúvida são várias as ferramentas que os professores utilizam na busca de um ensino de Química mais eficaz. Tais ferramentas são mostradas para o professor em formação ainda na academia, em disciplinas pedagógicas, mas é na sua vivência em sala de aula, na lida diária, que o professor acaba descobrindo novas ferramentas e/ou aperfeiçoando aquelas que ele já utiliza.

Como exemplo dessas ferramentas, encontramos o livro didático como um dos principais instrumentos de consulta para os professores no preparo de suas aulas ou na obtenção de novos conhecimentos a serem trabalhados com seus alunos, embasando assim, a sua prática docente, sendo ou não utilizado também pelos alunos. Delizoicov (2002).

Ao começar uma aula, o professor, teoricamente, já pensou na maneira como vai abordar determinado conceito ou teoria, se não é, pelo menos deveria ser assim. Hoje, por experiência própria, e baseado em depoimentos de colegas professores, vejo que essa prática é sempre acompanhada de uma série de variáveis que nos deixa sujeitos a mudança de todo um planejamento, no caso de uma ineficiência daquilo que foi planejado.

Mas que variáveis são essas que podem colocar todo o trabalho do professor a perder? Perguntas desconcertantes, dúvidas, deficiência de infra-estrutura das escolas e etc. acabam levando o professor a tomar uma atitude imediata, e talvez até impensada, e assim não planejada. Quantos de nós professores, diante de uma situação em que não conseguíamos explicar determinado conceito, buscamos como escape aproximar os conceitos do mundo em que o aluno vive, ou seja, o seu cotidiano e para tal utilizamos sempre como primeira frase:

Vamos fazer uma analogia?

Daí em diante o improviso o acompanha, sem contar que tal estratégia pode ser ou não bem sucedida, a única coisa certa, é que essas analogias se não forem bem trabalhadas podem levar os alunos a uma má compreensão e deturpação dos conceitos mostrados.

Aqui, buscamos mostrar o quanto nós professores fazemos uso das relações analógicas em nossas aulas, bem como tentar encontrar uma explicação para este uso e saber, é claro, o quanto o emprego das analogias no ensino de química é realmente eficaz. Não é uma tarefa fácil. São vários os estudos na área, uns mostram as vantagens outros as desvantagens e alguns, mostram os dois lados do uso das analogias.

1.2. A importância dos estudos sobre o emprego de analogias no ensino.

A fim de exibir um panorama geral das pesquisas sobre o uso de analogias no ensino de ciências, foi realizada uma revisão da literatura, com a intenção de mostrar a importância e relevância de tais estudos no ensino de Química e também no ensino de Ciências.

Desde a última década que o uso de analogias e metáforas no ensino-aprendizagem de ciências vem sendo alvo de diversas pesquisas (Harrison & Treagust, 1993; Terrazan, 1992; Dagher, 1994; Venville & Treagust, 1998; Glynn *et al.*, 1989; Duit, 1991) destacando nesse contexto o ensino de química, tanto sob o ponto de vista teórico quanto do ponto de vista empírico. Essas pesquisas têm contribuído para um significativo crescimento no nível de informação sobre os processos de cognição. Os estudos na área têm seu desenvolvimento centrado em questões relacionadas à eficácia das analogias na aprendizagem. Porém, como saber se o uso de analogias realmente ajuda na construção de conceitos? Que tipo de analogias os professores usam para ensinar os conteúdos de química? Que tipo de dificuldades os professores enfrentam ao apresentarem aos alunos tais analogias?

Diversos fatores contribuem para a eficácia ou deficiência do uso de analogias, dependendo das condições em que são expostas. Para Chassot (1995), um dos problemas que tornam pouco eficiente o uso de analogias como estratégia de ensino é a diferença sociocultural entre os alunos de uma mesma turma, e isso pode fazer com que a analogia pareça muito próxima da realidade de uns e bem distante de outros. Isso quer dizer que ao utilizar determinada analogia, o professor deve ter o cuidado de não situar as suas idéias em função de classes sociais, grupos ou etnias, a fim de que sua comparação seja realmente eficaz, e não seja levada para uma situação contrária àquela que foi desejada, como, por exemplo, usar análogos que não definam claramente o conceito que se deseja ensinar. Dessa maneira, a analogia estaria abrindo a possibilidade de fortalecer concepções equivocadas acerca do conhecimento que está sendo ensinado.

Tem-se defendido o processo de significação dos conteúdos científicos ministrados em sala de aula através das representações familiares aos alunos (Duit, 1991; Terrazan, 1992; Dagher, 1994; Treagust, 2000). Nesse sentido, todo o

conhecimento que o aluno já possui será utilizado na obtenção de novos conhecimentos, ou seja, as analogias que os professores mostram servirão de ponte para a assimilação das novas informações que serão apresentadas aos alunos.

Compreender teorias químicas supõe, entre outros fatores, uma série de habilidades, das quais poderíamos citar como exemplo: o raciocínio abstrato, domínio da lógica simbólica típica da matemática, capacidade de compreender modelos, etc.. No estudo dos conteúdos de Química se faz necessário o domínio dessas ferramentas básicas, pois, a falta deste pode significar uma perda irreparável no processo de compreensão de determinados conhecimentos científicos. Porém, é válido lembrar que a matemática contribui, mas não é o único instrumento, nem o mais importante, de condução ao processo ensino-aprendizagem do conhecimento químico, podendo vir a ser um grande problema, a contribuir para uma aprendizagem ineficaz dos conteúdos de química.

A inadequação na seqüência dos conteúdos passa uma visão bastante deformada da Química, o que dificulta a compreensão dos seus conceitos. Torna mais difícil compreender as relações entre os fatos, as leis, as hipóteses, as teorias, e os modelos científicos. Como resultado, a memorização de símbolos, nomes, fórmulas, **leis**, teorias, **equações** e **regras** passam a ser a principal atividade dos alunos de Química (Beltran & Ciscato, 1991) grifo nosso.

Entre as várias dificuldades que se enfrenta no ensino de química existe um problema que preocupa professores de um modo geral. A falta do conhecimento da linguagem simbólica utilizada na química acaba dificultando o acesso aos conceitos. O fato de um aluno chegar no ensino médio sem ter um conhecimento básico³ de Química, obriga o professor a utilizar comparações que possam dar subsídios para a explanação dos novos conceitos a serem trabalhados em sala de aula.

Infelizmente a grande maioria dos professores ainda procura solucionar este problema da maneira mais cômoda possível, considerando que é mais fácil deixar de lado questões um pouco mais abstratas, do que tentar ensiná-las.

³ E aqui fazemos referência ao conhecimento da simbologia típica, como, por exemplo a representação gráfica de uma reação química ou um processo físico.

Segundo Chassot (1993), o problema persiste por que os professores acabam transferindo a responsabilidade de ensinar tais conteúdos para o professor da série seguinte, o que faz com que o problema continue a existir.

Para Beltran & Ciscato (1991), é importante saber que as principais dificuldades dos alunos estão relacionadas à questão da terminologia, e cabe ao professor tentar amenizar essas dificuldades, a fim de tornar o ensino de química mais atraente e menos complexo, para que se torne mais fácil o aprendizado por parte do aluno.

Todas as pessoas envolvidas com questões educacionais, a exemplo, pesquisadores, autores de livros textos e professores elaboram estratégias de ensino onde se utiliza modelos e analogias que tem como propósito facilitar o processo de compreensão e de ensino dos conteúdos de química.

Os métodos mais variados foram e continuam sendo alvo de estudos e têm como propósito viabilizar o uso de estratégias de ensino na química, assim como nas ciências em geral. No entanto, as analogias devem ser encaradas como uma forma representacional, fontes do pensamento criativo e, sendo assim, sua aplicação deve ser feita de maneira adequada.

Portanto, utilizar analogias requer cuidados com a adaptação do conhecimento que o aluno já possui, ou seja, o saber que ele traz e a nova informação, aquela que o professor deseja que ele aprenda.

Com certeza, todos nós, que hoje somos professores já vivenciamos esses problemas quando alunos, e hoje acabamos por levar essa “herança”, ou parte dela, para a nossa prática em sala de aula.

Enfatizamos também, o ensino de química no nível médio e a sua relação com o cotidiano que em nossa opinião é uma das principais fontes de inspiração para o uso das analogias por parte dos professores, o que acaba reforçando nossa preocupação com a sistematização da utilização de analogias.

A exemplo, podemos aqui nos referir a uma analogia bastante utilizada em nossas salas de aula, que trata da comparação entre o modelo atômico de Rutherford-Bohr e o sistema solar, no entanto, entendemos que em tal exemplo os professores

costumam agir de forma equivocada pois não são feitas algumas observações à respeito do tipo de comparação que foi feita e sobre que parte do conteúdo o professor queria se referir, no caso, se a intenção é comparar as estruturas, o exemplo tomado é válido, mesmo não sendo o sistema solar uma parte “palpável” do nosso cotidiano.

CAPÍTULO II

AFINAL, O QUE SÃO ANALOGIAS?

2.1. Definindo analogia.

São comuns os usos de comparações relacionadas às estratégias de ensino, a fim de que, este se torne mais agradável, tanto a quem ensina quanto a quem está sendo ensinado. Já foi exposto no primeiro capítulo deste trabalho o que me levou a enveredar pelo caminho da pesquisa em educação; em sala de aula o professor tem, entre outras, a função de ensinar os conteúdos de maneira clara e prazerosa, não necessariamente nessa ordem, porém procurando fazer com que o aluno tenha condições de sair de cada aula com algo para si, que tenha um sentido real, que sirva para a sua vida.

Esses requisitos acabam levando o professor a pensar em um meio de realizar seu trabalho de maneira satisfatória. No ensino de química, onde os conteúdos são ministrados por meio de uma simbologia ou um conjunto de códigos característico, é comum que o aluno tenha certa dificuldade na assimilação de cada um dos conteúdos, pois na maioria dos casos essa linguagem simbólica da química é algo desconhecido para o aluno. Isso é natural, pois, o aluno ainda está absorvendo tais conhecimentos. O esquema de comparação entre similaridades e diferenças recebe o nome de analogia.

É importante, antes de continuar a abordagem sobre analogias, mostrarmos o que vem a ser uma. Em todos os trabalhos verificados encontramos uma idéia do que venha a ser analogia, assim, fazendo-se um apanhado das definições encontradas podemos concluir que analogia ou raciocínio analógico é aquele pensamento utilizado com a intenção de relacionar sistematicamente duas situações, uma conhecida, compreendida e de inteiro domínio por parte do aluno e outra completamente nova que busca desenvolver um processo de significação do que será ensinado.

A idéia de que analogia se trata de um sistema de comparação entre dois termos, esquece que ao longo da história esta pode ter tido outra conotação como afirma Mora (2001):

Falou-se também de analogia como semelhança entre uma coisa e outra. Neste último caso, analogia consiste na atribuição dos mesmos predicados a diversos objetos, mas essa atribuição não deve ser entendida como uma determinação unívoca destes objetos e sim como a expressão de uma correspondência, semelhança ou correlação estabelecida entre eles. Justamente em virtude das dificuldades que oferece este último tipo de analogia, sublinhou-se freqüentemente a referência exclusiva de analogia às relações entre termos, ou seja, à expressão de uma similaridade de relações.

No entanto, o conceito de analogia é muito amplo e os autores acabam por defini-lo de diferentes formas. E segundo Mol (1999) este conceito está relacionado com outros conceitos como os de metáfora, modelo e exemplo.

2.2. Diferença entre analogia e metáfora

É comum ouvirmos falar de analogias. No entanto, é também muito comum relacioná-las diretamente à metáforas, porém, a definição de ambas deixa clara suas diferenças. Em se tratando de ensino-aprendizagem é importante termos as atribuições, definindo seus campos de ação, para que possamos explorar muito bem tanto uma quanto à outra.

Em seu trabalho sobre o uso de analogias e metáforas no cotidiano do professor, Nagem (2001) as define dessa maneira:

Tanto analogias quanto metáforas expressam comparações e salientam similaridades, mas o fazem de diferentes maneiras. Uma analogia compara, **explicitamente**, as estruturas de dois domínios, indica a identidade e as partes das estruturas. Uma metáfora compara **implicitamente**, salientando características ou qualidades relativas que não são coincidentes em dois domínios. (Nagem et. al., 2001; grifo dos autores)

Podemos considerar analogias e metáforas como sendo interdependentes de modo que uma possa se transformar na outra em uma dada situação. Isso significa que é muito comum querer fazer uma analogia e acabar citando uma metáfora e vice-versa.

Segundo Abdounur (2003), a utilização e, principalmente, a compreensão de uma analogia depende de como se leva em consideração a sua região útil, ou seja, os

objetos, os atributos e relações que podem ser potencialmente aplicáveis a conclusões no domínio alvo, ignorando-se estrategicamente as relações não transferíveis.

De acordo com Dagher (1994), analogias e metáforas são utilizadas de modo intercalar sendo, em geral, o termo analogia sempre utilizado nas áreas da ciência e tecnologia enquanto o termo metáfora é utilizado em contextos literários. Vale a pena lembrar que autores como Venville & Treagust (1998) também utilizam essa classificação. Sendo assim, utilizaremos o termo analogia por se tratar de um trabalho da área de ciência, e nosso interesse é discutir os conceitos dessa área, principalmente os de química.

É importante que tenhamos uma noção, mesmo que superficial, do uso das analogias ao longo dos tempos, como alguns pensadores, filósofos, cientistas, enfim homens e mulheres que utilizaram o raciocínio analógico para defender ou refutar idéias que mais tarde passaram a ser aceitas por toda a comunidade científica.

2.3. O uso de analogias ao longo da Evolução da Ciência

Durante toda a história da ciência o uso de analogias foi necessário para que os cientistas pudessem mostrar com mais clareza os resultados de seus estudos. Exemplos de como as analogias foram utilizadas por pesquisadores e célebres estudiosos em fatos de grande relevância na história das ciências são mostrados a seguir:

Mendeleev descobriu a lei periódica e construiu a tabela periódica em 1869. Com ela corrigiu alguns pesos atômicos de alguns elementos e previu três novos elementos a partir de espaços vazios em sua tabela e que, mais tarde, foram descobertos. Pegou 63 cartões, escreveu os nomes e as propriedades dos elementos. Fixou-os nas paredes de seu laboratório. Reexaminou cuidadosamente os dados, procurando elementos similares e agrupou-os. Uma relação surpreendente, então, tornou-se clara.

Descobriu que as propriedades “eram funções periódicas de seus pesos atômicos” que repetiam periodicamente a cada sete elementos.

Parece provável, já que ele anotou os elementos sobre cartões separados, que ele tenha usado o jogo de baralho como uma analogia.

Newlands, um químico inglês, antecipou por cerca de três anos a idéia da lei periódica. Em 1866, John Newlands apresentou à Sociedade Química Inglesa um artigo no qual ele comparou o arranjo dos elementos ao teclado de um piano com suas notas divididas em períodos ou oitavas. Ele disse que os elementos deveriam ser divididos em grupos de oito, porque cada oitavo elemento aparece, nesse arranjo, como uma espécie de repetição do primeiro, como a oitava nota na escala musical. Essa conclusão é conhecida como a lei das oitavas da química. O uso dessa analogia foi recebido com escárnio, o que quase encerrou a carreira de Newlands como cientista. (Nagem, 2001)

Além, claro, dos grandes filósofos gregos que utilizaram o pensamento analógico para expor seus pensamentos.

Vários pensadores pré-socráticos fizeram uso de analogias. Anaximandro, que considerou que a metamorfose que rãs e mariposas sofrem é proporcional a transformações que outros animais e o homem devem sofrer em seu processo evolutivo; Parmênides, que estabeleceu uma concepção do universo por analogia ao ser, o que o levou a ser considerado por alguns, como um dos principais introdutores do método analógico na filosofia e na ciência; Empédocles que apresentou água, terra, fogo e ar como o centro do seu pensamento, os quatro elementos como ficaram conhecidos, segundo eles estes elementos eram movidos pelas forças do amor e do ódio que haveriam de se relacionar através de analogias proporcionais.

Desta forma podemos relacionar fatos importantes na história das ciências que contribuíram na formulação de diversas teorias e definição de conceitos com as idéias que hoje são trabalhadas pelos profissionais da educação.

A fim de mostrar uma visão mais ampla da importância do estudo de tal ferramenta no ensino das ciências, verifiquemos um pouco do seu papel didático, levando em consideração que as analogias são utilizadas nas salas de aula, mesmo que de uma forma não planejada.

2.4. Aulas de ciências e analogias

A escola tem papel fundamental no processo de formação cognitiva do aluno, na medida em que tem a função de promover interações entre o real e o imaginário, ou seja, entre o mundo concreto e o mundo teórico, criando várias possibilidades de interpretação e ação em seu meio.

É na sala de aula que esse processo se dá. Nesse sentido, professores agem de maneira intencional, uma vez que definem objetivos a serem alcançados e organizam as suas ações para o cumprimento das metas previstas. Nesse processo, ocorre o compartilhamento das idéias do professor com o conhecimento dos alunos, de forma a concretizar a ação de ensinar, tomando, para tanto, as idéias prévias dos alunos e buscando dar significado para os conceitos que estão tendo contato.

Em uma aula de ciências, por exemplo, é muito comum que os alunos façam perguntas intrigantes, que muitas vezes, deixam o professor em uma situação difícil, pois pedem o auxílio de uma base, ou seja, vai haver uma conexão entre o novo conceito e o conhecimento que o aluno tem. Essas dúvidas, não surgem ao acaso, ao contrário, são construídas pelo excesso de informação que os alunos possuem em relação a dado conteúdo, às vezes essas informações encontram-se fragmentadas ou desorganizadas, mas já fazem parte das idéias prévias⁴ dos alunos, cabe ao professor trabalhá-las de maneira coerente, a ponto de sanar tais dúvidas e torná-las alicerces na construção de saberes que irão se expandir sob sua orientação.

Dessa forma, o professor deve lançar mão de ferramentas que possam ser de extrema utilidade na busca por uma conexão entre o saber científico e o conhecimento prévio do aluno.

Entendemos que um desafio para os professores em tal processo é ter o domínio dessas estratégias de ensino para que possa se aproximar ao máximo dos objetivos antes planejados. No entanto, sabemos que muito do que se planejou acaba sendo mudado na própria sala de aula devido a situações que aparecem durante as aulas - situações de improviso que todo professor esta sujeito a passar. Essas situações acabam levando o professor a pensar em uma nova situação de ensino que proporcione a apropriação pelo aluno do saber científico escolar, pois as definições mais complexas, atreladas a termos científicos devem ser trabalhados de maneira a se aproximarem do cotidiano do aluno.

Assim é importante diferenciar saber científico do saber escolar, pois é com o intuito de ensinar o saber científico que os professores ensinam o saber escolar⁵.

⁴ O levantamento das idéias prévias baseia-se na concepção de que "... o aprendizado das crianças começa muito antes delas freqüentarem a escola, qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia... o aprendizado tal qual ocorre na idade pré-escolar difere nitidamente do aprendizado escolar, o qual está voltado para a assimilação de fundamentos do conhecimento científico" (Vygostky, 1999, p. 110).

⁵ Na organização da transmissão do saber, a escola acaba por produzir um novo conhecimento, diferente dos resultados da ciência quanto ao conteúdo e cuja originalidade não consiste na simples agregação ou justaposição de formas adequadas para o ensino.

Os saberes ditos científicos são todos aqueles aceitos por uma determinada comunidade, que os estabeleceu através de regras comuns a ela. Qualquer outra forma de conhecimento que não esteja de acordo com essas regras não é considerado científico.

No âmbito da sala de aula, os conteúdos ensinados, em tese, são baseados nos saberes científicos, porém isso não assegura que todo o conteúdo que é ensinado pelo professor vai ser aprendido pelo aluno. Existe uma grande diferença entre a linguagem que é empregada no texto científico e aquela que é empregada no texto escolar, e a questão da linguagem deve ser citada como problema quando da análise dos saberes escolares. Por exemplo: para interpretar uma reação química, o aluno precisa conhecer os símbolos que representam os elementos, assim como as fórmulas que representam as substâncias e, além disso, deve ter a noção de estequiometria que indicará a proporção em massa entre cada um dos participantes da reação.

Essas informações, que nem sempre recebem a devida atenção, é que darão subsídios necessários para o cálculo das quantidades de produtos que devem ser formadas ou de reagentes que devem ser consumidos para a formação dos produtos finais da reação.

Portanto, em suas aulas o professor de química deve estar atento ao conteúdo que será ensinado, e, fundamentalmente, a maneira como este será ensinado, enfatizando detalhes a respeito da linguagem utilizada, e também direcionando as idéias prévias dos alunos a respeito de determinado conceito, a fim de que, ao final da aula, o aluno possa saber relacionar as informações adquiridas e suas funções no âmbito escolar para ter um aprendizado mais eficiente.

Desse modo, para que os alunos possam, efetivamente, se apropriar dos conceitos científicos, deve haver a adaptação deste conteúdos a fim que se tornem objetos de ensino, o que caracteriza a transposição didática, que de acordo com Chevallard 1991 (apud. Pais, 2002, p. 19.) é definido da seguinte forma:

Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática.

Portanto, a noção de transposição deve estar associada à necessidade de se utilizar os conhecimentos anteriores para ensinar e aprender um novo conceito. Para os professores o conteúdo que é ensinado sem exemplos vinculados a um contexto próximo do aluno não será compreendido facilmente. Porém, quando esse conteúdo é apresentado através de uma linguagem que é carregada em símbolos e/ou códigos, como a linguagem química, por exemplo, acaba se tornando obstáculo e uma possível fonte que acarretará dificuldades ao processo ensino-aprendizagem.

Para realizar o processo de transposição de conceitos o professor utiliza ferramentas que possam dar alternativa de compreensão, e nesse ponto o uso de analogias é favorecido, pois acaba dando diversas opções de tornar o saber científico mais adequado ao saber escolar, ou seja, o saber que é realmente compreendido pelo aluno através da estratégia ou metodologia de ensino utilizada pelo professor. Por isso, a adequação de uma analogia para a explicação ou exposição de um conceito deve ser feita com o máximo de cuidado para que os alunos não entendam a analogia como se fosse o próprio conceito, realizando assim a transposição didática de uma maneira eficaz ao conceito que se quer ensinar.

2.5. O papel das analogias no ensino de ciências

É muito comum vermos diversos argumentos favoráveis ao ensino de ciências, e em especial a química, através do uso de analogias. Mol (1999) inicia seu trabalho dizendo que é comum ouvir dos professores a seguinte frase:

“Para vocês entenderem melhor, vamos fazer uma analogia...”

É indiscutível que analogias são de fato ferramentas importantíssimas no processo de aprendizagem dos conceitos científicos, principalmente quando se trata de uma proposta de ensino que visa uma aprendizagem significativa como foi dito no item anterior. No ensino de física, por exemplo, é comum o uso de similaridades entre fatos do cotidiano com conceitos que apresentam um certo grau de complexidade, porém de onde partem estas comparações, ou seja, o que inspira esse tipo de analogias? Consideramos que um dos fatores preponderantes para a elaboração de uma analogia é a leitura de outros campos de estudo, assim, é bem mais fácil ter uma idéia mais ampla do que pode ou não ser relacionado na elaboração da analogia.

Nagem (et.al., 2001) fala da importância da leitura de outros campos e nos mostra diversos exemplos do uso de analogias e quais suas influências no ensino de ciências e na história das ciências, os quais são mostrados a seguir:

Na teoria da equivalência da gravidade e da inércia, Einstein imaginou um edifício com um elevador em queda livre. Dentro do elevador, físicos, sem perceberem que sua descida poderia terminar em desastre, realizam alguns experimentos. Quando soltam no ar moedas ou chaves, elas permanecem flutuando, por que elas estão caindo junto com o elevador e com homens a uma mesma velocidade.

Eles podem explicar esses eventos pela suposição de que foram transportados para fora do campo gravitacional da terra e estão em algum lugar do espaço onde tudo obedece à lei da Inércia de Newton e continua em seu estado de repouso ou uniformemente em linha reta. O elevador se tornou um sistema inercial, e não há como os homens em seu interior dizerem se estão caindo em um campo gravitacional ou flutuando no espaço, livres de todas as forças externas.

Einstein então mudou a cena. O elevador está agora realmente no espaço e está sendo puxado por um cabo em seu topo e a velocidade aumenta de maneira constante.

Desta vez, os homens notam que seus pés estão pressionando o chão que vem ao seu encontro. Se eles soltam objetos como chaves, eles parecem "cair". Se eles atiram objetos através do elevador, eles não se movem de maneira uniforme em uma linha reta, mas seguem uma curva parabólica em direção ao chão.

Como os cientistas não imaginam que seu veículo está sendo puxado para cima através do espaço, eles podem concluir que estão dentro de um cômodo estacionário na Terra que é afetado pela força da gravidade. Não é possível para eles dizerem se estão em repouso ou em um campo gravitacional ou se estão subindo com aceleração constante através do espaço onde não existe gravidade.

Esta analogia parece ser originada a partir da entrada de uma pessoa em um elevador, pois, com certeza, que ao se andar de elevador experimentamos uma agradável sensação de leveza. Esta associação de um fenômeno com um evento do cotidiano levou Einstein a supor que inércia e gravidade são equivalentes.

A partir deste exemplo podemos afirmar que as analogias são parte importante do processo e construção de conhecimentos gerando esquemas que vão se adaptar aos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do estudante. É possível, portanto, que as analogias possam gerar um processo ativo de construção, claro que baseados em conhecimentos previamente adquiridos.

Afirmamos, portanto, que a construção do conhecimento exige um pensar mais crítico. É aí que as analogias mostram-se eficientes, pois, ajudam na relação e construção de similaridades entre o que já é conhecido pelo sujeito e o que ainda é desconhecido.

Assim, concordamos com Nagem (2001) ao reconhecer que a aprendizagem não consiste em uma simples cadeia em contínua expansão, e sim de processo de construção totalmente voltado para o novo a partir do que já é conhecido. No entanto, essa abordagem do conhecido deve ser feita de maneira adequada, a fim de não deixar lacunas que mais tarde possam ser preenchidas de maneiras pouco satisfatórias, desfigurando todo o planejamento, o que sem dúvida levará a objetivos que não foram sequer pensados.

2.6. Sobre o ensino de modelos atômicos

Diversas pesquisas que tratam do processo ensino-aprendizagem apontam que um dos assuntos que causam uma certa aversão à química enquanto disciplina do ensino médio, por parte dos alunos recém chegados a este nível de ensino, são os modelos atômicos. Alunos e professores encontram grandes dificuldades ao lidar com esse tópico de química, os primeiros em entender e depois poder relacionar esses modelos com os fenômenos que ocorrem em nosso dia-a-dia. Já os professores encontram como principal barreira a ser transposta o fato que os alunos, em sua maioria, se negam a aceitar que alguns acontecimentos no nível macroscópico têm explicação no nível microscópico.

Do ponto de vista didático, quando se inicia uma aula sobre modelos atômicos é necessário os professores estejam dispostos a utilizar seus conhecimentos a respeito da constituição da matéria, para promover o processo ensino-aprendizagem. Isso ocorrerá com uma certa frequência, pois o professor, no momento em que aborda um referido modelo – considerando que existe mais de um modelo – passa a forçar o aluno a manifestar o que este sabe a respeito de cada conceito mostrado pelo professor, com isso professor e aluno passam a ter uma relação de interação entre o que deve ser ensinado e o que está sendo aprendido. O professor, por sua vez, procura explicar que os modelos atômicos que serão mostrados por ele foram elaborados dentro de um contexto histórico e que as pessoas que propuseram cada modelo, o fizeram sem ter a aceitação de suas idéias pela maioria da comunidade científica da época. Neste contexto, ao tentar mostrar da melhor maneira qualquer conceito, o professor utiliza inúmeros recursos e, entre eles, o ensino com analogias

que busca comparar situações conhecidas do cotidiano do aluno para que este tenha melhor compreensão do conceito ensinado.

No entanto, o professor utiliza as analogias sem verificar que além de explicitar as similaridades, deve também fazer o mesmo com as diferenças que certamente existem entre a situação conhecida pelo aluno e o conceito que se deseja ensinar. Porém, neste caso, surgem novos questionamentos como do tipo: Que analogia devo escolher para ensinar determinado conteúdo? O que é que os alunos sabem a respeito dos modelos atômicos? Pode parecer contraditório, mas essas são perguntas que os professores freqüentemente não fazem antes de utilizar qualquer comparação entre o conceito a ser ensinado e uma situação do dia-a-dia do aluno. O planejamento para o uso de uma analogia praticamente inexistente, Mortimer (1995), pois o professor utiliza espontaneamente tal procedimento como ferramenta pedagógica ou simplesmente estratégias de ensino de ciências, e no caso desta pesquisa, a Química.

O ensino com analogias contribui para uma mudança conceitual por parte dos alunos, como afirma Millar 1989 (apud. Mortimer, 1995) *promover uma mudança conceitual pode, então, envolver a exposição da criança a um novo e mais produtivo paradigma, na esperança de que isso possa vir a ser internalizado e usado como um modelo para interpretar novas situações encontradas no futuro*. Assim, reforça-se a idéia de que as analogias, quando utilizadas de maneira adequada, contribuem para o ensino dos conteúdos de ciências, e dessa maneira, acabam por configurar uma estratégia de ensino viável e eficiente que leva o aluno a um nível conceitual superior ao encontrado pelo professor antes da aplicação desta estratégia.

Desta feita no ensino de modelos atômicos não podia ser diferente, tendo em vista que uma das principais dificuldades no ensino desse conteúdo é fazer o aluno entender que se deseja ensinar algo que existe, e é comprovado cientificamente, porém, não é observável. De fato, o uso de analogias como estratégia de ensino acaba fazendo com que o aluno possa internalizar um significado similar ao conceito que se quer ensinar e assim, o próprio aluno poderá, da forma que ele achar melhor, adequar esse conhecimento ao seu cotidiano.

Os estudos a respeito do ensino com analogias apontam que nem toda comparação feita entre conceitos pode ser considerada uma analogia. Desta forma,

buscamos apoio em Duit (1991), que apresenta o conceito de analogia de forma mais ampla segundo o autor “comparações baseadas unicamente em algumas similaridades superficiais não são vistas como analogias neste estudo” Duit, 1991 (apud. Pádua). Com isso voltamos a enfatizar que só o uso adequado das analogias realmente contribuirá para a efetiva aprendizagem de conceitos científicos no ensino de química.

2.7. As pesquisas sobre o ensino com analogias

Nas últimas décadas os estudos sobre analogias e metáforas e suas implicações para o processo educacional como um todo, vem ganhando muita força e importância. Trabalhos como os de Duit (1991), Dagher (1994), Treagust (1998) tornaram-se referência na área, pois envolvem a investigação de processos de aprendizagem com a adoção de analogias e metáforas, assim como o trabalho de Tsai (1999) que trata das dificuldades de aprendizagem em função do uso inadequado do raciocínio analógico.

Dagher (1994), em sua pesquisa, analisou as analogias utilizadas por professores de ciências e as conseqüências deste uso como ferramentas no discurso pedagógico em sala de aula. Em seu estudo foram envolvidos 20 professores de ciências, e destes, somente 11 utilizaram analogias em seu discurso verbal. O método utilizado por Dagher foi por ela mesma chamado de “método naturalístico de análise”, devido acreditar que as analogias observadas são únicas, e que exibiam diferentes estruturas e funções dependendo do contexto em que foram utilizadas.

Dessa maneira a autora propõe que todas as analogias utilizadas pelos professores acabam representando os seus próprios valores, habilidades em ensinar seus alunos, suas preocupações, etc., pois entende que a função das analogias empregadas ultrapassa a simples clarificação de conceitos científicos. Dessa maneira as analogias acabariam revelando concepções sobre a ciência, cientistas, comportamento de sala de aula e sobre os próprios professores.

O trabalho de Dagher enfatizou a busca por novos métodos de observação e análise da função das analogias, assim como, a maneira como elas são empregadas em sala de aula, dando assim um novo direcionamento, principalmente em pesquisas onde enfatiza-se a ação do professor.

Considerando que o professor é um agente formador de opinião, dotado de senso crítico, é coerente que ao utilizar um método que tenha como base o raciocínio analógico, o professor procure fazê-lo com a preocupação de ter resultados positivos no que diz respeito às questões de avaliação, porém, o próprio professor sofre o impacto do uso dessa estratégia de ensino. Neste ponto, o trabalho de Dagher corrobora para um direcionamento das futuras pesquisas na área.

Duit & Glynn (1991) fizeram um levantamento das metáforas e analogias no ensino de ciências enfatizando os diversos tipos de mudança conceitual que o uso destas pode causar. Para eles a aprendizagem em Ciências pode ser vista como uma cadeia constituída de processos de construção analógica, que partem de modelos mentais iniciais passando por modelos intermediários até chegar aos modelos consensuais da Ciência.

Autores como Thiele & Treagust (1994 e 1995) investigaram a utilização de analogias veiculadas somente em livros-texto de Química adotados na Austrália. Nesta investigação eles utilizaram um sistema de classificação proposto por Curtis e Reigeluth (1994) para a categorização das analogias presentes naqueles livros. A relevância desta pesquisa está nos critérios que foram acrescentados ao sistema em questão, ajudando a classificar assim mais analogias e facilitando a discussão das questões da pesquisa devido às especificidades da química.

No entanto, o trabalho que mais se enquadra no perfil da pesquisa que desenvolvemos é o de Thiele & Treagust (1994) que analisaram o uso de analogias por quatro professores de Química. Cada um destes professores admitia o uso de analogias para ensinar Química e sabiam que o foco da pesquisa era sobre o uso de analogias no ensino de Química. No entanto, os pesquisadores, através da observação das aulas, conseguiram evidências de que cada professor mantinha mentalmente um repertório de analogias em seu trabalho e, que estas analogias eram utilizadas como parte de suas estratégias de ensino como forma de estimular os seus alunos.

As analogias presentes na abordagem de diversos conceitos em Química possuem um papel de destaque no que diz respeito às questões sobre aprendizagem, pois, a partir destas analogias, professores e alunos procuram um método que

relacione conceitos científicos com o seu cotidiano, ou seja, dando significados ao ensino destes conceitos, tornando-os mais acessíveis e principalmente compreensíveis.

Um outro trabalho a respeito da utilização de analogias no ensino da química, é o de Tsai (1999), intitulado “falsas concepções acerca da visão microscópica da mudança de fase: um estudo sobre a atividade analógica”. No trabalho, Tsai utiliza como fundamentação teórica os trabalhos de Ausubel, Novak, Driver e outros autores consagrados da área e que defendem o construtivismo como principal teoria ou processo responsável pela mudança conceitual dos sujeitos.

Em seu estudo foram analisadas as concepções de alunos da escola secundária a respeito das mudanças de fases (estados físicos) de diferentes substâncias, entre as quais o gás bromo (Br_2) e a água (H_2O).

Tsai reuniu e organizou em quatro categorias as falsas concepções referentes ao tamanho, distância, reorganização e movimentação.

Uma das conclusões do trabalho é que algumas analogias, mesmo que consideradas leves pelo autor, acabam por deturpar o entendimento do aluno, como mostra a analogia feita ao se comparar um cubo de açúcar triturado aos estados físicos da água. Desta maneira, a analogia sugere que o gelo ou vapor d'água ainda é água mesmo depois da mudança de fase, o que de fato é física e quimicamente correto, assim como o açúcar continua sendo a mesma substância mesmo depois da trituração. Porém, essa analogia pode comprometer o processo de aprendizagem se comparada em suas similaridades e particularidades abrindo espaço para se imaginar que nos estados sólido e gasoso a água apresenta partículas com tamanhos diferentes (menores ou maiores) da própria água no estado líquido.

Com este exemplo pode-se concluir que a atividade analógica acaba influenciando de maneira positiva e negativa o processo de aprendizagem.

Com o propósito de entender melhor os processos que levaram às concepções dos alunos participantes da pesquisa realizada por Tsai descreve-se, a seguir parte do procedimento adotado.

Para demonstrar a mudança de fase do Br_2 , os estudantes dividiram o trabalho em partes para trabalhar juntos. O professor informou aos estudantes que trabalhariam com átomos idênticos de Br, e passou a amostra de mão em mão até que todos tivessem noção exata da situação. Quando o professor simulou a temperatura de -10°C (com o Br_2 no estado sólido), os estudantes se reuniram e foram unânimes em perguntar a respeito da movimentação das partículas. Quando o professor simulou a temperatura de 20°C (com o Br_2 no estado líquido), os estudantes perguntaram o por que do movimento mais impetuoso. Imaginou-se que para poder gerar um movimento mais violento, segundo os estudantes, a estrutura original se desfaz inconscientemente.

O mesmo procedimento descrito foi também aplicado para a temperatura de 75°C (com o Br_2 no estado gasoso). Sendo assim, este grupo de estudantes fez experimentos com átomos de Br com diferentes temperaturas e fases. Estes estudantes foram informados também que atividades analógicas podem ser aplicadas a outras substâncias.

Tsai verificou ainda que ao serem questionados sobre o comportamento macroscópico das substâncias, os estudantes chegaram a conclusões do tipo estrutural, ou melhor, relações entre tamanhos das partículas e não do espaço entre essas partículas.

As analogias ou, como Tsai sugere, a atividade analógica tem um papel de ponte que pode levar a uma mudança conceitual favorável ao que o professor deseja ou pode causar uma barreira que venha impedir esse processo. Bachelard (1972) trata disso em seus trabalhos que enfatizam a questão dos obstáculos epistemológicos.

No Brasil, os trabalhos sobre analogias no ensino de ciências estão aumentando gradativamente, nomes como o de Terrazan (1992) e Mól (1999), entre outros, acabam de se tornar referência para todo o tipo de pesquisas relacionadas ao processo ensino-aprendizagem que envolvem analogias, principalmente se tratando de ensino de ciências. Terrazan (1994) fez um levantamento dos artigos veiculados em várias revistas de educação, que tratam de estratégias de ensino e da importância do uso de analogias, metáforas e símiles no ensino de ciências.

O autor também fala da importância destes artigos para um novo direcionamento dos trabalhos de pesquisa no ensino:

“Recupera-se assim, o papel fundamental do professor no processo ensino-aprendizagem, desmistifica-se o uso da experimentação como preponderante no ensino de ciências, abrem-se possibilidades de trabalhar as relações com outras áreas do conhecimento dentro das próprias aulas de ciências, permite-se pensar estratégias interdisciplinares mais globais com áreas tidas como pouco afins como a própria literatura e, por fim, propicia-se a autonomia do pensamento dos alunos como fator essencial à compreensão tanto dos fenômenos naturais e dos aparatos tecnológicos, como da evolução da própria produção científica”. Terrazan (1994)

Terrazan cita o trabalho de Dagher (op. cit.), publicado pela revista *Science Education*, intitulado “*Review of Studies on the Effectiveness of Instructional Analogies in Science Education*” que propõe uma revisão nos trabalhos que tratam sobre a efetividade das estratégias de ensino que utilizam as analogias para a aprendizagem dos conceitos científicos, assim como resume e comenta os artigos por ele analisados. Também aponta alguns problemas no uso de analogias e alerta para o cuidado que se deve ter no momento da utilização de analogias instrucionais, que acabam por sugerir ou até mesmo reforçar falsas concepções entre domínios, levando assim os estudantes a desenvolverem conceitos equivocados.

Terrazan (2003) analisou as analogias que professores utilizavam em aulas de Biologia. O objetivo do autor era compreender como os professores recorriam às analogias, e de que modo ocorria a concretização na relação das mesmas no ensino-aprendizagem dos conceitos ensinados.

Participaram da pesquisa professores de escolas públicas de ensino médio. Os dados da pesquisa foram levantados a partir da observação das aulas desses professores. As considerações foram feitas traçando-se um paralelo com o modelo TWA – Teaching With Analogies modificado (Harrison & Treagust, 1993) e que é referência mundial para pesquisadores que tratam desse tema.

O modelo TWA foi inicialmente proposto por Glynn em 1991, baseado em análises de livros textos de diversas disciplinas e que de uma maneira geral eram destinados ao ensino de ciências. Participaram também da pesquisa alguns professores de ciências tidos como exemplares, e consistiu na adoção, por parte dos professores, dos seguintes passos:

1. Introduzir o assunto-alvo;
2. Sugerir o análogo;
3. Identificar as características relevantes do alvo e do análogo;
4. Mapear similaridades;
5. Indicar onde a analogia falha;
6. Esboçar conclusões.

Porém esse modelo foi modificado por Harrison & Treagust (1993) com o intuito de produzir uma espécie de modelo sistematizado para o uso de analogias no ensino de ciências, para amenizar ou reduzir a formação de concepções alternativas e intensificar a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes.

Segundo Glynn et al., 1989, ao se tratar das distinções entre “análogo-alvo” e “análogo-fonte” bem como alguns exemplos dos conceitos explorados podem-se “inibir” ou favorecer as concepções alternativas dos alunos em relação ao conceito que se quer ensinar. O mesmo autor afirma ainda que as características do conceito podem torná-lo obscuro para os estudantes.

No entanto, essas considerações de Glynn (1989) servem como uma espécie de introdução para se propor uma série de passos que deveriam ser utilizados no trabalho dos professores quando do uso de analogias para explicar determinado conceito.

O trabalho de Terrazan (1992) teve seu desenvolvimento baseado nas observações feitas em sala de aula e apresentou como principal referencial o modelo TWA, e foram observadas as aulas de professoras de Biologia das escolas públicas de estaduais de Ensino Médio da cidade de Santa Maria-RS.

As primeiras aulas observadas foram na escola Manoel Ribas, onde foram acompanhadas quatro professoras da 1ª série do ensino médio do referido colégio. A escolha dessas professoras se deu pelo fato que todas trabalhavam o mesmo conteúdo que era citologia, haja vista que, a maior parte das analogias veiculadas em livros textos de Biologia destinados a 1ª série do Ensino Médio trazem um grande número de analogias sobre o conteúdo de citologia, e segundo o autor, os professores preparam suas aulas baseados em livros didáticos.

As observações posteriores se deram em outras duas escolas da cidade e envolveram observações de assuntos referentes a 2ª série do Ensino Médio. Ao todo, num primeiro período de três meses, foram observadas 65 aulas e verificou-se um total de 56 analogias utilizadas. Nos três meses seguintes o número de aulas observadas subiu para 87 e as analogias utilizadas para 52.

Pelo número de ocorrências de analogias observadas, 108 no total, o autor afirma que o uso de analogias no ensino de ciências é relativamente freqüente, e são recursos didáticos dos quais as professoras lançaram mão para desenvolver o processo ensino-aprendizagem.

Em sua tese de doutoramento Mol (1999), considera importante o papel das analogias no processo ensino-aprendizagem mostrando que estas são várias vezes utilizadas no sentido de facilitar a aprendizagem de conceitos científicos, mas, às vezes isso nem sempre acontece. Sua pesquisa foi feita com base em um levantamento da literatura científica que veicula artigos que apontam as vantagens e as desvantagens da utilização de analogias no processo ensino-aprendizagem. Este levantamento foi realizado pela análise dos artigos publicados no *Journal of Chemical Education*, no período compreendido entre 1932 e janeiro de 1999. O objetivo da pesquisa está direcionado à análise do que se tem publicado sobre analogias na área de educação em química comparativamente a concepção dos professores de química do ensino médio da rede pública do Distrito Federal.

Monteiro e Justi (2000), analisaram as analogias encontradas nos livros didáticos de Química destinados ao ensino médio, assim como o papel do professor no uso de analogias enquanto “ferramenta” didática. Para análise das analogias foi feito um levantamento junto aos professores para saber qual (is) a(s) coleção(ões) mais utilizada(s) pelos professores das escolas da rede pública de ensino de Belo Horizonte – MG.

Neste trabalho, as analogias são definidas como *comparações baseadas em similaridades entre estruturas diferentes* (Duit, 1991).

É válido lembrar que todos os autores apontam para a necessidade de trabalhos na área que levem a uma melhor compreensão dessas estratégias que acabam por envolver linguagem e cognição como forma de melhorar o processo ensino-aprendizagem em ciências.

O processo analógico ocorre espontaneamente através da socialização entre os indivíduos e, por isso, fazem parte da cognição humana, acreditamos que isso se dá sempre com a intenção de mostrar as relações entre conceitos e idéias que ocorrem em nosso cotidiano, uns mais difíceis outros mais fáceis.

Os processos analógicos vêm sendo utilizados desde a antigüidade com os principais pensadores e filósofos, precursores da ciência, para apresentar suas teorias à população que em sua maioria não tinham o mesmo grau de instrução que eles. Além disso, esses processos analógicos também eram utilizados na expressão de sentimentos, pensamentos e é claro nas artes que quase sempre era perseguida, censurada e oprimida por estruturas político-religiosas pouco interessadas em se afastar dos seus locais de destaque na sociedade àquela época.

As analogias são muito comuns, seja para expressar um pensamento ou para se explicar um conceito ou teoria; o seu uso de maneira consciente, trabalhada ou de forma intencional ainda não está afirmado enquanto recurso didático-mediador do processo ensino-aprendizagem veiculado pelo discurso docente.

Assim, tanto as analogias quanto às metáforas, que hoje assumem um importante papel no processo de compreensão de conceitos científicos, vem de uma forma positiva impulsionando o processo cognitivo humano ou de forma negativa tornando-se verdadeiros bloqueios à compreensão de novos conceitos Bachelard (1996).

Trabalhos científicos mais recentes apontam as analogias e metáforas no ensino de ciências como principal forma de desencadear o que Posner (1982) chamou de mudança conceitual.

Ao discutir as várias possibilidades de utilização de analogias e metáforas na mediação didática do processo ensino-aprendizagem em ciências nos sentimos na obrigação de mostrar como esse processo ocorre, em nível de cognição, para termos noção de como as concepções prévias – aquelas que o aluno traz consigo para a escola – ajudam na compreensão de conceitos científicos no discurso docente em sala de aula.

CAPÍTULO III

SOBRE COMO APRENDI, SOBRE COMO APRENDEMOS: Analogias Vs Teorias de Aprendizagem

3.1. A passagem do saber científico ao saber cotidiano com a ajuda das analogias

No processo ensino-aprendizagem é muito comum considerarmos o relacionamento dos conteúdos vistos em sala de aula com o cotidiano dos alunos para termos uma aprendizagem significativa. Porém, devemos ter a noção de que a correlação entre ciência e vida diária nem sempre leva a tal objetivo.

Conhecimentos científicos e cotidianos se alternam como eixo central no processo ensino-aprendizagem, a idéia é correlacionar vida diária dos alunos e a escola. Os conhecimentos ou fatos da vida diária são tidos como conhecimento base para a inserção de novos conhecimentos ou conhecimentos científicos. Neste ponto começam a surgir algumas dificuldades como, por exemplo, a questão de como esses conhecimentos serão relacionados de maneira prática e efetiva para a construção de conceitos capazes de corresponder a situações como resoluções de problemas e etc.

Uma boa ilustração dessa dificuldade é mostrada quando tratamos de reações químicas, reações de combustão, reações de neutralização, reações de oxidação, etc. O aluno não consegue, na maioria dos casos, escrever a representação de um fenômeno, e se não o faz, é por que não apresenta uma série de conhecimentos básicos para poder interpretá-lo. No caso da química, esses são apenas exemplos bem simples das dificuldades que os alunos possuem em se fazer o uso dos conhecimentos científicos com tudo aquilo que faz parte do seu cotidiano.

No entanto, os professores continuam buscando respostas nesse tipo de relação para melhorar o aproveitamento dos alunos, no intuito de conseguir um aproveitamento maior das relações entre cotidiano e o ensino de química.

Para Lopes (1996) a dificuldade de interpretação das relações entre cotidiano e ensino de ciências se situa nos seguintes pontos:

- i) Utilização freqüente de um conceito restrito de cotidiano e de conhecimento cotidiano;
- ii) Negação da existência de uma ruptura entre conhecimento comum e conhecimento científico, com uma conseqüente postura facilitadora da ciência, advinda de concretização;
- iii) Postura supostamente democrática de valorização dos saberes populares, identificados como os saberes cotidianos dos alunos.

A questão é bem mais complexa do que se pensa, pois é a partir de comparações entre a vida diária e suas similaridades com os conceitos científicos que os professores almejam chegar em um estágio de compreensão que se adeqüe aos objetivos traçados para seus alunos.

Nesse ponto temos a participação efetiva das analogias utilizada pelos professores como estratégia de ensino para que as relações entre o conhecimento que o aluno deve assimilar tenha um significado mais pleno, ou seja, é através das comparações que o aluno deverá ter uma noção mais “palpável” de tudo aquilo que lhe é ensinado.

É claro que defendemos aqui que toda e qualquer proposta de uso de analogias no ensino de química seja feita com os professores prestando um determinado auxílio a seus alunos. Isso se dá quando se utiliza qualquer analogia para a tentativa de se explicar um fenômeno do cotidiano. Nesse ponto o professor deve falar de algum conceito mais complexo. O fato é que ele deve lembrar que seus alunos talvez não tenham conhecimento suficiente para fazer a relação do conceito com o fenômeno em questão. É nesse ponto que o professor deverá auxiliar o aluno para facilitar a transição desses conhecimentos.

Portanto, as analogias são importantes para que os alunos compreendam melhor e com maior facilidade os conceitos científicos e relacionem estes com o cotidiano. Porém, para que os resultados sejam realmente confiáveis, ou seja, para que os alunos não acabem desenvolvendo concepções científicas equivocadas em relação ao que se deseja ensinar, é necessária a ação do professor para que no momento de

apresentar as similaridades, sejam apresentadas também as diferenças para que os alunos não acabem entendendo as analogias como se fossem os próprios conceitos.

Harrison e Treagust (1993) reforçam essa preocupação ao afirmar que o uso não crítico das analogias pode gerar concepções equivocadas. E dizem ainda que o aprendiz (o aluno) deve estar familiarizado com o conceito domínio, ou seja, o que ele teoricamente já sabe. Caso não esteja bem familiarizado, a analogia pode não ter sentido e enfatizam que essa deve ser a preocupação constante do professor que trabalha com o uso sistemático de analogias.

Levando em consideração a teoria ausubeliana - que propõe o conceito de aprendizagem significativa como sendo aquela que utiliza os conceitos - as idéias ou até mesmo uma proposição existente em toda estrutura cognitiva do aluno, e que permite a ancoragem de novas informações ensinadas, o uso de analogias deve ser feito de acordo com esses conhecimentos de modo a propor uma aprendizagem significativa.

Então, ao se utilizar um exemplo de qualquer fenômeno do cotidiano para a explicação de um dado conceito deve-se levar em conta o conhecimento que o aluno tem do exemplo a ser dado. Caso contrário, a analogia perde o seu sentido, e ao invés de comparar similaridades acabará tornando o exemplo dado como mais uma informação a fazer parte da estrutura cognitiva do aluno.

Ausubel também afirma que o ensino para ser realmente significativo, deve contar com fatores como a motivação. É fácil perceber que a aprendizagem significativa não depende apenas do material a ser utilizado pelo professor, mas depende também, da vontade que o aluno tem em estudar, ou seja, se o aluno não apresenta essa condição, fatalmente as informações a ele repassadas não serão incorporadas a sua estrutura cognitiva.

É nesse ponto que as analogias apresentam um papel fundamental, pois, acabam proporcionando essa motivação o que pode facilitar consideravelmente a aprendizagem significativa de conceitos científicos. Assim, as analogias acabam por contribuir com a passagem do conhecimento científico para o conhecimento cotidiano

de forma efetiva por possibilitarem um aumento da motivação através da utilização de conceitos conhecidos.

3.2. As analogias como causadoras de obstáculos epistemológicos

O reconhecimento da estrutura cognitiva do aluno não é tarefa das mais fáceis para o professor por dois motivos óbvios.

O primeiro: São poucos os professores que percebem a existência de uma série de conhecimentos que podem ser utilizados como conhecimento base para a formação de uma aprendizagem significativa de conceitos científicos. E pelo fato de não terem essa percepção, não conseguirão trabalhar essa estrutura de modo adequado, e assim permitem que a aprendizagem desses conceitos se torne, na maioria dos casos, deficiente.

O segundo: Os poucos professores que têm o conhecimento dessa estrutura cognitiva, e deveriam trabalhar de acordo com a mesma, não o fazem. Talvez por entender que seria trabalhoso demais fazer todo o seu planejamento em relação ao conhecimento do aluno. Mas se levarmos em consideração a questão do tempo para o cumprimento do programa escolar, atividades extraclasse e outras atribuições do professor, a tarefa de se fazer esse “levantamento” torna-se bastante ingrata. Neste caso, restaria ao professor no decorrer do curso procurar fazer essa verificação, o que lhe consome grande parte do tempo e acaba não corroborando para a efetiva aplicação dos procedimentos necessários ao uso adequado dos conhecimentos que o aluno já possui sobre determinado assunto para a aprendizagem de novos conceitos.

Assimilar uma nova informação acaba sendo um processo de libertação da forma de se perceber algo (Mortimer, 1995). Porém, esse processo de libertação não é tão simples e acaba na maioria dos casos levando a concepções diferentes das que objetivamos ao ensinar. Este é um risco que todo professor corre ao utilizar qualquer estratégia de ensino, e com o uso de analogias não é diferente.

Ao se utilizar uma analogia é importante que se aponte todas as vantagens e desvantagens; similaridades e diferenças devem estar bem esclarecidas a fim de que

o aluno tenha a exata noção do que realmente a analogia quer abranger, se o caráter funcional, estrutural, proporcional, etc., do conceito que será exposto.

Caso esses cuidados não sejam tomados, o uso de analogias pode gerar barreiras que dificultarão e/ou distorcerão o processo ensino-aprendizagem, levando a um aprendizado totalmente fora da realidade que se objetivava no início. Essas barreiras são formadas por que os alunos já trazem uma certa gama de conhecimentos previamente estabelecidos pelo seu grau de convivência e percepção do ambiente onde vivem. A idéia que nos vêm, é que o ato de aprender deve ser colocado sempre como algo a derrubar essas barreiras que se opõem ao conhecimento. Bachelard (1996) define essas barreiras ao conhecimento como obstáculos epistemológicos e tais obstáculos podem ser causados, entre outros fatores, pela falta de conexão entre o conhecimento ou conceito científico que se deseja ensinar e o conhecimento prévio que faz parte da estrutura cognitiva do aluno.

Neste trabalho, não pretendemos dar ênfase aos obstáculos epistemológicos, porém, é indispensável que se faça um breve comentário sobre os mesmos.

Santos (1991) considera o conhecimento geral como um conhecimento vago que acaba por imobilizar o pensamento, ou seja, as questões relacionadas ao conhecimento geral acabam por gerar uma adaptação às idéias comuns. Fornece a mesma resposta para todas as questões, desqualifica experiências de detalhe. Essas idéias gerais acabam se tornando certezas, que imobilizam a razão, privando-os de uma motivação real para se questionarem sobre os aspectos particulares dos mesmos fenômenos.

A experiência primeira, neste obstáculo ocorre uma crítica à questão da obrigação e condena a subordinação da prática científica ao efeito das imagens, dando grande atenção ao que é natural, abordando conceitos complexos como se fossem fáceis. Com isso, ocorre uma certa admiração a manifestações naturais (experimentos explosivos, reagentes coloridos, etc.) que acabam por desviar a atenção do que Bachelard chama de *espírito científico*.

Obstáculo verbal, uma só palavra funcionando como uma imagem, pode ocupar o lugar de uma explicação, o que na verdade é uma falsa explicação obtida a custo de

uma palavra explicativa. Bachelard (op. cit.) critica o uso demasiado e desajustado de imagens analogias e metáforas, em práticas pedagógicas que, segundo o autor, reforça as concepções alternativas radicais no imaginário infantil.

O autor afirma que muitas generalizações exageradas têm sua origem no pragmatismo ou utilitarismo demasiado, o que pode levar o aluno a definir conceitos a partir da sua função.

O obstáculo animista consiste no ato de atribuir vida a objetos inanimados, de uma maneira ingênua. Bachelard (op. cit.) refere-se ao período pré-científico da história da ciência onde se recorria a fenômenos biológicos para explicar fenômenos físicos o constituía um obstáculo na compreensão dos mesmos. Segundo Santos (op. cit.), na perspectiva epistemológica de Bachelard não há qualquer continuidade entre ciência e senso comum.

Neste contexto, fica notório que as analogias podem acarretar problemas de compreensão de conceitos, pois, ao ensinarem, professores que utilizam analogias como estratégia de ensino em ciências, e em especial na química, tentam tornar os conteúdos mais acessíveis e acabam provocando distorções, dando ênfase assim as impressões imediatas. Dessa forma os conceitos acabam perdendo todo o seu caráter científico.

Se as analogias não são utilizadas de forma adequada, acabam levando os alunos a desenvolverem conceitos cientificamente equivocados, o que pode vir a ser um obstáculo na aprendizagem de novos conceitos científicos.

3.3. Analogias como definidoras de “subsunçores”, fatores determinantes na aprendizagem significativa.

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968) e mais tarde na visão de Novak e Gowin (1984, 1988, 1996) foi definida pelo primeiro como sendo *o processo pelo qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) à estrutura cognitiva do aprendiz.* (Moreira, 1996)

Dentro desta perspectiva ausubeliana temos tal teoria subjacente à esquemas de assimilação, modelos mentais, construtos pessoais, sentimentos e ações (Moreira, 1996), que afirma que esta tem como características básicas a não-arbitrariedade e a substantividade.

Ser não-arbitrária significa dizer que o que será realmente utilizado é significativo ao ser relacionado à estrutura cognitiva do aprendiz. Isso quer dizer que o relacionamento não será com qualquer estrutura cognitiva, e sim, com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chamou de subsunçores.

Ser substantiva, por que tudo que será incorporado à estrutura cognitiva é a *substância do novo conhecimento, das novas idéias e não as palavras precisas usadas para expressá-las*. Isso significa que o mesmo conceito pode ser apresentado de várias maneiras diferentes, no entanto, referem-se ao mesmo conceito, para que a aprendizagem não dependa de uma só linguagem ou simbologia.

Os subsunçores são os conhecimentos especificamente relevantes preexistentes na estrutura cognitiva. São importantíssimos, pois, estes subsunçores é que vão efetivar a “ancoragem” de novas idéias, conceitos, proposições para que estes sejam “retidos”, isto é, aprendidos significativamente.

As analogias são, para o processo ensino-aprendizagem, as ferramentas capazes de identificar esses subsunçores, pois buscam no aluno as idéias já fundamentadas em sua estrutura cognitiva relacionadas à determinado assunto. No caso do ensino dos conteúdos de Química, professores e alunos têm nas analogias a “ponte” que leva de um conteúdo pouco significativo, ou seja, aquele conteúdo que parece não ter aplicação prática para o aluno, a uma aprendizagem mais eficaz, aquela que depois vai dar ao aluno a chance de gerar outras definições para o conteúdo aprendido. Daí a importância de ensinar conteúdos de Química com a preocupação de ver nestes uma maneira de apresentar várias formas de se entender o mundo que o cerca.

CAPÍTULO IV

COMO FIZ, COMO NÓS FIZEMOS

4.1. Metodologia do trabalho

A presente pesquisa consistiu na avaliação, a partir da fala dos professores, das analogias que estes utilizam em seu discurso pedagógico na abordagem do conteúdo modelos atômicos para alunos do ensino médio.

Consideramos aqui, que este recurso e/ou estratégia didática é utilizada com objetivo de tornar o desenvolvimento dos conteúdos de Química mais atrativos e compreensíveis, de forma a despertar um maior interesse nos alunos pelo conteúdo de Química.

Os professores, sujeitos da pesquisa, foram convidados a participar depois de sucessivas conversas que tivemos durante os horários de intervalo e debates realizados em cada início de ano letivo, em eventos chamados de semana pedagógica.

As entrevistas foram realizadas na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Visconde de Souza Franco” na cidade de Belém-Pa, onde os professores, todos vinculados a secretaria executiva de educação – SEDUC, encontram-se lotados com carga horária máxima de 200 horas/aulas mensais.

Durante as entrevistas, os professores responderam à questões que os convidava a falar de que forma abordavam os conteúdos tais como: Cinética Química, Equilíbrio Químico e Modelos Atômicos, sendo que, o último foi selecionado para o desenvolvimento da pesquisa.

Foram três os professores entrevistados. Adotamos a entrevista semi-estruturada por estarmos convictos que este procedimento nos daria elementos que nos ajudariam a responder nosso problema de pesquisa, que consiste em saber quais as analogias que professores de Química utilizam na abordagem de conteúdos de Química no ensino médio, daí a escolha pela pesquisa qualitativa.

4.2. Discussões acerca da metodologia

A partir da definição do problema de pesquisa, que visa saber quais as analogias que professores de química mais utilizam no ensino médio acerca do conteúdo modelos atômicos, procuramos adotar um procedimento metodológico que nos oferecesse plenas condições de fazer uma análise das analogias que esses professores de química dizem utilizar em suas aulas sobre átomo, ou mais precisamente, sobre modelos atômicos.

Os professores que participaram da pesquisa foram selecionados a partir de conversas que tivemos. As entrevistas se deram de maneira a colher depoimentos dos professores sobre como abordam o tema modelos atômicos, e também se estes utilizam analogias como estratégia de ensino, ao desenvolver o tema.

Com o objetivo de se fazer um estudo piloto do roteiro das entrevistas o questionário foi previamente aplicado a professores-orientadores do Clube de Ciências da UFPa.

As entrevistas foram realizadas nas dependências da própria escola onde estes professores trabalham. Os dados foram transcritos e a partir de então iniciamos a análise a fim de categorizar as analogias citadas pelos professores de acordo com a classificação das estratégias analógicas propostas por Dagher (1994).

Em seu estudo, Dagher (op. cit.) utilizou um sistema de análise em três diferentes perspectivas:

A análise 1 consistiu em classificar as analogias de acordo com o sistema proposto por Curtis e Reigeluth (1994) que apontam 4 tipos de classificação de estratégias analógicas, a saber:

- 1) Tipo de relação analógica
 - estrutural
 - funcional
 - estrutural-funcional
- 2) Formato de apresentação da analogia
 - verbal

- pictórica
 - uma espécie de combinação entre as duas
- 3) Nível de enriquecimento das analogias
- 1º nível: refere apenas que o alvo é semelhante à fonte;
 - 2º nível: refere alguns atributos de uma fonte utilizados para descrever o alvo;
 - 3º nível: desenvolve várias fontes ou então vários atributos de uma fonte utilizados para descrever o alvo.
- 4) Nível de abstração da analogia.

Dagher (op. cit.) verificou a possibilidade de se trabalhar com diferentes concepções acerca das analogias no ensino e na análise 2 da sua pesquisa optou por utilizar a Teoria do Mapeamento de Gentner (1989) que em comparação com os trabalhos de Curtis e Reigeluth (1994) é bem mais restrita. Para Gentner (op. cit.) “uma analogia é uma forma de assinalar relações independentes dos objetos em que essas relações estão inseridas”.

Este mapeamento pode contribuir de maneira eficaz para um melhor conhecimento do modo como os alunos entendem uma analogia. Para tanto, a pesquisadora classificou as analogias em dois diferentes grupos, a citar, as semelhanças literais, quando, segundo o autor, os predicados relacionais e os atributos do objeto são partilhados entre o conceito base (ou fonte) e o conceito alvo; casos de anomalias, quando não partilha nem de predicados relacionais e nem de atributos do objeto; e as meras aparências, que ocorrem quando os atributos do objeto são partilhados sem quaisquer predicados relacionais.

Em sua análise 3, Dagher (op. cit.) deteve-se nos atributos únicos das analogias dos professores que apresenta as analogias classificadas como:

- 1) Analogias narrativas: Aquelas que utilizam uma história, ou seja, o professor utiliza uma fonte para explicar diversos conceitos pertencentes ao domínio alvo;

- 2) Analogias compostas: São os casos em que o professor utilizou mais de um domínio para explicar as relações que faziam parte do conteúdo;
- 3) Analogias de procedimento: São analogias utilizadas para dar um realce a procedimentos científicos, aqueles realizados em sala de aula e aqueles realizados pelos cientistas;
- 4) Analogias periféricas: Quando as analogias “escondem” analogias de menor alcance. A analogia periférica não vale por si só, mas como que “impregna” a analogia principal e é utilizada de forma imediata.

4.3. Resultados

No quadro 1 estão resumidos os resultados obtidos com a entrevista do professor 1.

QUADRO 1		
PROFESSOR	CONTEÚDO UTILIZADO	ANALOGIAS UTILIZADAS
1	modelos atômicos: Dalton, Rutherford, Borh	<ul style="list-style-type: none">• sistema solar• ovo frito• bola de futebol

Quadro 1 – Resumo das respostas do professor 1

Da análise das respostas do professor 1 e com base na literatura, concluímos que ao trabalhar, por exemplo, o modelo atômico de Rutherford-Bohr o professor 1 precisa de um auxílio quanto a questão do repasse das informações aos alunos. Portanto, a analogia que mostra as semelhanças entre o sistema solar e o modelo de Rutherford-Bohr se enquadra, segundo Curtis e Reigeluth (1994) como uma **relação analógica estrutural**, pois mostra a relação em termos de estrutura entre a idéia de átomo e de sistema solar. Essas relações de similaridade estão baseadas somente na organização dos elétrons na eletrosfera de um átomo que, se não levamos em consideração as questões de energia que cada nível possui, realmente se assemelha à organização dos planetas em suas orbitas no sistema solar.

Neste caso, o mediador deve se preocupar em tomar algumas precauções, como por exemplo, a ênfase que deve ser dada às diferenças que existem entre os dois análogos, a começar, deve deixar claro que esta comparação tem um caráter estrutural somente, ou seja, o que se deseja mostrar é que o modelo de Rutherford-Bohr apresenta o átomo com uma parte central chamada de núcleo, o que na comparação seria semelhante ao sol; circundando o núcleo, estão as partículas carregadas negativamente e se assemelham aos planetas, não pelas cargas, pois, os planetas não são carregados negativa ou positivamente. A semelhança é que os elétrons circulam ao redor do núcleo em órbitas, assim como, os planetas ao redor do sol.

Mesmo fazendo todos esses esclarecimentos sobre as comparações, o aluno pode entender a analogia como se fosse a própria teoria, ou seja, sempre que perguntado sobre átomos, pode responder citando as características do sistema solar

ou do movimento dos planetas, sem falar que estes apresentam planetóides ou satélites, o que não ocorre com os elétrons.

Assim, devido ao risco de má ou até mesmo não compreensão do conceito por parte do aluno, é fundamental que o mediador também enfatize as diferenças, ou seja, o que pode e o que não pode ser comparado. Em relação aos análogos, sistema solar e modelos atômicos, é muito comum que os alunos possam perguntar exatamente sobre a questão das cargas elétricas, ou seja, caso não se faça o esclarecimento ao aluno, corre-se o risco dele poder entender que os planetas possuem cargas negativas e o sol carga positiva. Neste caso o professor se mostrou atento a esse fator e procura resolver o problema e segundo suas palavras:

É por que aí eu isolo esse tipo de movimento, pois o movimento dos planetas é um e o movimento dos elétrons é outro, apesar de que o elétron orbita né? Então, o movimento dos elétrons é outro totalmente diferente eu tento só exemplificar a parte de estrutura, assim como, eu também utilizo, logo a princípio, o modelo de Borh.

Eu digo:

_ olha é assim como se fosse um ovo, um ovo frito que quando você estala e cai, pois é um modelo prático por que eu acho que todo mundo sabe fritar um ovo, então tem aquela parte amarela lá dentro né? Que aquilo eu chamo de núcleo do átomo, e a parte de fora é a eletrosfera, só que ali você não está vendo os elétrons, né? Também é mais ou menos nesse sentido, também utilizo esse exemplo pra que eles também não fiquem muito ligados na parte de rotação e translação dos planetas, entendeu? Esse tipo de movimento eu já tiro. É só colocação da questão do modelo.

O professor 1 faz uma outra analogia, agora comparando o modelo atômico à estrutura de um ovo frito. Neste caso, segundo Curtis e Reigeluth (op. cit.) a relação analógica é classificada como **simples**, pois existe uma pequena semelhança entre os conceitos.

Então, o professor usa tal comparação com a intenção de minimizar as possíveis interrogações que venham surgir nos alunos por conta da comparação entre o modelo atômico e o sistema solar.

Então fica claro que o próprio aluno deve criar a sua própria definição sobre átomo, seguindo as características pré-comprovadas cientificamente ⁶.

⁶ Aqui fazemos referência à comprovação científica que cada conceito ensinado em sala de aula possui, cabendo ao professor fazer a transposição didática destes para que sejam entendidos por parte dos alunos independente da estratégia de ensino que ele utilize.

Uma certa confusão quanto ao tipo de ovo a que o professor se refere, pois este não deve ser um “ovo mexido” senão sua comparação não teria sentido algum. Ainda em relação ao professor 1, este faz referência ao tamanho do átomo e recorre a uma analogia muito comum, a bola de futebol:

Eu também uso o caso da bola de futebol, ou seja, se a eletrosfera fosse do tamanho da bola, o núcleo teria um tamanho..., sei lá! Do tamanho da ponta de uma caneta, ou a ponta de um alfinete, é mais ou menos pra ele ter uma idéia de que dentro daquela bola tem uma bolinha menor que o centro da coisa, viu eu utilizo essas comparações. São os cuidados necessários.

Desta feita, ele nos apresenta uma analogia que para Mol (1999) seria classificada, segundo o seu nível de abstração, como uma analogia **concreta-abstrata**, pois o professor busca nos atributos do conceito domínio, relação para se entender o alvo, atuando como domínio o conceito ou idéia de bola e como alvo o conceito de átomo dando ênfase ao tamanho. Segundo Mol (op. cit.) este é o tipo de analogia mais utilizada.

Em relação ao modelo atômico utilizado, se o de Rutherford, de Dalton ou o de Bohr, o professor 1, quando perguntado faz referência aos modelos de Rutherford e de Bohr por achar que estes modelos são mais “aceitáveis”. Vale lembrar que em nenhum momento o professor 1 cita qualquer analogia que envolva o modelo atômico de Dalton.

Na sua fala não notamos a presença de qualquer outra analogia em relação aos modelos atômicos, o que nos leva a conclusão de que o professor pouco utiliza esta estratégia de ensino, porém, acaba citando várias vezes o termo “prática” o que nos dá a idéia de que o professor, em suas aulas, tende dar prioridade à parte experimental como saída para um melhor ensino dos modelos atômicos.

No quadro 2 estão resumidos os resultados obtidos com a entrevista com o professor 2:

QUADRO 2		
PROFESSOR	CONTEÚDO UTILIZADO	ANALOGIAS UTILIZADAS
2	modelos atômicos: Dalton, Tompson, Rutherford, Borh	<ul style="list-style-type: none"> • compara o modelo de Dalton com caixas; • Mostra a idéia do modelo de Thompson com o auxílio de um experimento; • Usa o teste da chama para evidenciar o modelo de Rutherford-Bohr.

Quadro 2 – Resumo das respostas do professor 2

A primeira idéia que nos repassa o professor 2, é de que gosta, de maneira excessiva, de empregar a experimentação creditando a esta, grande importância no processo ensino-aprendizagem.

Beltran e Ciscato (1991) afirmam que um dos graves problemas no ensino de Química no nível médio é exatamente a ausência dessas atividades experimentais bem elaboradas. Segundo os autores, *os alunos quase nunca tem oportunidade de vivenciar alguma situação de investigação, o que lhes impossibilita aprender como se processa a construção do conhecimento químico* (Beltran & Ciscato, op. cit. p.17).

Além de citar os modelos para o ensino de química, o professor faz questão de deixar claro que a maioria dos modelos que utiliza são de sua própria autoria *o meu trabalho aqui, é até bom tu ter tocado nesse assunto, por que o meu trabalho é inédito, ninguém faz as experiências que eu faço.*

No entanto, como já afirmamos, seu trabalho está pautado em exposição de modelos. Porém esses modelos procuram dar noção de experimentos simples ou de fácil realização utilizando materiais alternativos, ao invés de vidraria e reagentes, que em geral só um laboratório bem equipado poderia lhe oferecer.

O trabalho com modelos é muito proveitoso sim, porém, não deve ser a única estratégia de ensino dos conteúdos de Química no ensino médio. Entendemos que trabalhar conteúdos com a ajuda de certos experimentos e/ou modelos realmente se faz necessário. Devem, entretanto, existir condições adequadas para que os alunos

possam relacionar as condições em que os experimentos estão sendo realizados com as condições ideais necessárias para a efetiva execução destes.

O trabalho do professor 2 é muito rico nas comparações que faz entre os conceitos vistos em Química e sua utilização no cotidiano, sem contar, que o professor mostrou ter pleno domínio do conteúdo ensinado, o que facilita bastante a aplicação de qualquer estratégia de ensino e, entre elas, as analogias.

Este professor procurou fazer referência a todos os modelos atômicos utilizados no ensino médio e seu primeiro exemplo foi em relação ao modelo de Dalton. No entanto, antes de abordar qualquer modelo atômico, o professor não faz nenhuma referência a outros conteúdos que poderiam servir de suporte para o ensino de tais modelos, novamente recorremos a Beltran e Ciscato (op. cit.), quando afirmam que:

Não é possível aprender a teoria atômica, aprender o que é átomo, por exemplo, sem conhecer as propriedades da matéria, sem saber, em suma, o que a teoria atômica procura explicar (p.17).

Para se fazer entender melhor, o professor utiliza o modelo de caixas comparando estas como se fossem os orbitais atômicos onde temos a maior probabilidade de encontrar um elétron, mostrando dessa maneira ao aluno o quanto é difícil trabalhar com modelos atômicos. Segundo o professor:

Eu coloquei umas caixas, alguém já fez acho que já vi fazer, umas caixas, e aí começar a montar a fim de mostrar a forma com que tu estas rodando objeto aí. Aí praticamente todo aluno aceita. Aí, o professor chega pra eles e diz: Vocês viram o que está presente? Aí, nós não vimos! Pois é assim que se trabalha com modelos atômicos ninguém viu nada ninguém conseguiu. Então esse é o caso de se explicar o modelo de Dalton que Dalton disse que o átomo era uma esfera, a idéia é essa que quando o cara olha lá dentro da bolinha ele descobre que é uma esfera que tá aí dentro, e aí a outra que ele vira, aí não, onde é que está a esfera? E aí ele já sabe qual é a caixa que está a esfera, por que ele vai dizer que não está vendo, tu tá vendo? Não. Tá fazendo o que tá fazendo **uma analogia** através do que, pra ver o modelo atômico de Dalton. (grifo nosso).

É importante salientar que o professor nos passa a idéia de que sabe o que está fazendo, ou popularmente, sabe o terreno em que está pisando. Fala de analogia e deixa claro que utiliza este modelo com caixas para passar a idéia aos alunos de que existe algo que se compara ao mostrado, se não em estrutura, pelo menos em função, e que é de difícil imaginação, pois é um conceito (ou definição) de algo extremamente complexo, o átomo.

É assim também, com o auxílio do que ele chama de experimentos, que o professor 2 procura mostrar aos alunos as idéias de Thomson a respeito do átomo. Se levarmos em consideração que o modelo de Thomson foi desenvolvido a partir da idéia de que o átomo apresentava uma região pastosa, como um tipo de fluido de carga positiva, e nesta região encontravam-se incrustados os elétrons com carga elétrica negativa.

A idéia de cargas elétricas positivas e negativas como constituintes das partículas fundamentais da matéria, poderiam ajudar na compreensão de diversos fenômenos que ocorrem em nosso cotidiano. É exatamente isso que o professor 2 procura mostrar em seu experimento onde o próprio cita o pêndulo de Talles de Mileto. Ainda em relação ao professor 2: ele usa o teste da chama quando deseja mostrar aos alunos que os elétrons absorvem e emitem energia em forma de luz, o que é conhecido como *salto quântico*.

Acreditamos que o professor 2 assume tal postura por que tem a convicção que é importante mostrar aos alunos que a Química trabalha conceitos que tratam de coisas absolutamente abstratas e sem o auxílio de comparações com algo palpável e visível, fica difícil ter a total clareza dos conceitos a serem ensinados, e principalmente, entendidos pelos alunos. Seu material é adequado para o ensino dos modelos atômicos, porém, não pode ser classificado como analogias diretas e, portanto, esses materiais não foram categorizados segundo a classificação de Dagher (1994), ficando assim por conta da literatura da área, a fundamentação teórica para a análise das respostas do professor 2.

No quadro 3 estão resumidos os resultados obtidos com a entrevista do professor 3.

QUADRO 3		
PROFESSOR	CONTEÚDO UTILIZADO	ANALOGIAS UTILIZADAS CLASSIFICAÇÃO DAS ANALOGIAS
3	modelos atômicos: Rutherford-Borh	<ul style="list-style-type: none">• Mostra o modelo atômico com o auxílio de desenhos

Quadro 3 – Resumo das respostas do professor 3

O professor 3 mostrou ter muita dificuldade em relatar o seu procedimento em sala de aula, tanto no que diz respeito a estratégia de ensino que utiliza quanto no domínio do conteúdo a ser ministrado. Com isso, notamos que existem deficiências em seu método de ensino, porém, do pouco que foi percebido e aproveitado foi possível obter algumas conclusões.

Quando perguntado sobre como ensina os modelos atômicos aos alunos, o professor respondeu que não existe outra forma de trabalhar tais modelos senão com desenhos no quadro para que os alunos tenham a noção da estrutura que o átomo deve ter, segundo suas palavras:

Isso aí eu trabalho na forma de desenho não tem como não ser, então geralmente eu desenho assim um átomo, geralmente eu uso a forma redonda eu mostrando o núcleo a eletrosfera e você tenta mostrar pra eles geralmente eu faço todos os níveis e separo em cores os subníveis e aí sim eu mostro os orbitais faço assim em forma de quadrado que é o lugar onde ele possa encontrar os elétrons, aí disso aí ele ainda tem dificuldade sobre o elemento químico e aí só com o tempo é que ele tem uma noção disso aí.

Considerando que as analogias têm como função principal fazer uma ponte entre o conceito que o professor deseja ensinar e o conhecimento que o aluno possui Duit (1991), o professor 3 utiliza o desenho como recurso e procura ensinar o modelo atômico a partir de comparações entre o desenho e as definições propostas por Rutherford-Bohr. Em sua descrição do desenho, o professor mostra que tem a preocupação de ensinar aos alunos que existe uma subdivisão do átomo proposto por Rutherford-Bohr, seguindo uma linha de raciocínio que parece ser condizente com prováveis dúvidas que o aluno possa vir a ter. Como por exemplo, o que faz o elétron no átomo, só compõe a eletrosfera ou tem outra função mais específica? Por que existem diferentes níveis de energia? Existe subdivisão dos níveis?

Essas dúvidas que destacamos podem ou não ocorrer em uma aula de Química. Caso isso ocorra, o professor deve tentar respondê-las da maneira que achar mais adequado, levando em consideração que ele é quem fez o planejamento das aulas e, portanto, saberá mostrar ao aluno as funções do elétron, bem como os níveis e subníveis de energia existentes. No entanto, o professor 3 não declarou qualquer preocupação em mostrar as similaridades e/ou diferenças existentes entre os modelos que ele está ensinando e as definições propostas por Rutherford-Bohr.

Podemos dizer que o professor 3 segue uma linha diferente dos outros professores. Enquanto o professor 1 procura mostrar as analogias de forma próxima do aluno, fazendo comparações e associando estas ao conhecimento científico, o professor 2 trabalha com modelos experimentais a fim de mostrar na prática os resultados da teoria. Desta maneira, podemos afirmar que o professor 3 se encontra em uma parte intermediária, ou seja, trabalha as analogias, porém não parece muito seguro da eficácia das mesmas para o ensino dos conteúdos de Química. Não obstante, procura também uma forma de trabalhar com modelos, no entanto, não cita, em nenhum momento, qualquer trabalho com tais modelos, sejam eles experimentais ou qualquer outro material que possa ser utilizado como apoio pedagógico ao ensino de Química.

Seguimos neste caso, a linha de raciocínio que permite ter a idéia principal deste trabalho sem a preocupação de ter como resposta dos professores exatamente o uso de analogias em suas explicações, mesmo por que muitos deles trabalham as analogias de uma maneira inconsciente, mas saber que em seu trabalho usa mecanismos de comparações, modelos e alegorias que englobam o que chamamos de analogias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento considerável das pesquisas sobre o emprego das analogias no ensino de Química é fato indiscutível. Junto com este crescimento percebemos que a utilização de analogias no ensino, é sim, cada vez mais, recorrida por professores. No entanto, os professores demonstram que não têm a dimensão exata da importância da aplicação adequada das analogias no ensino dos conteúdos de Química, seja pelo próprio desconhecimento sobre as formas adequadas de emprego de tais analogias, ou ainda, pelo uso demasiado das mesmas.

Assim, alunos são expostos a situações que podem causar distorções no ensino de conteúdos de Química estudados no ensino médio. A forma como cada professor aborda determinado conteúdo é única. Assim, quando professores empregam analogias para facilitar o entendimento, o fazem de acordo com Duit (apud Pádua) que afirma: analogias e metáforas são valiosos instrumentos na construção do conhecimento, pois atuam de forma explanatória e heurística através de uma *tensão cognitiva* e do processo de associações entre o estranho e o familiar, ou do conhecimento prévio e os novos.

Mostramos neste trabalho, o quanto o raciocínio analógico influencia os conteúdos ensinados por professores de Química no ensino médio, que sem o preparo devido, fazem a exposição de conceitos com auxílio dos análogos. Os professores mostraram uma preocupação em tornar o conteúdo mais atrativo, tentando desta forma, prender a atenção do aluno para que o mesmo consiga opinar, de forma mais satisfatória em relação, por exemplo, aos modelos atômicos.

A idéia de átomo que é ensinada aos alunos nas séries iniciais do ensino médio, e que tem influência na continuidade dos estudos ou quem sabe até de sua vida acadêmica, deve ter bases sólidas para que outros conceitos que dependem efetivamente das idéias que se tem sobre modelos atômicos possam ser compreendidos. Daí a importância de se fazer uma boa explicação a respeito dos conceitos que serão ensinados.

Acreditamos que isso seja possível, na medida em que o professor faz com que os alunos compreendam os conceitos vistos em sala de aula como parte integrante do

seu cotidiano. Assim, entendemos que o ensino com analogias se aproxima de tal objetivo, pois consegue mostrar aos alunos que os conceitos vistos em sala de aula são diariamente vivenciados por ele em seu dia-a-dia.

Para isso é necessário que os professores compreendam o ensino com analogias como um processo capaz de elevar o nível de entendimento e compreensão que os alunos apresentam sobre determinado conceito, corroborando para uma aprendizagem mais eficaz e significativa.

Se por um lado o uso de analogias no ensino de Química, facilita a compreensão de conceitos pelo aluno, por outro lado à má utilização de tal estratégia de ensino pode acarretar problemas gravíssimos. Nesse sentido, a questão a seguir carece ser investigada/respondida: De que modo o professor percebe e age no processo ensino-aprendizagem quando os alunos demonstram necessidade de outros elementos (no caso as analogias) para entender um dado conteúdo?

Podemos dizer que as analogias acabam nos revelando aquilo que os professores sabem a respeito do conteúdo e do conhecimento pedagógico do conteúdo. Afirmamos também que as estratégias didáticas proporcionam aos professores um grande “leque” de opções, o que teoricamente é bom, pois a quantidade e diversidade de caminhos a seguir na abordagem de determinado tema, é de extrema importância para que se faça uma abordagem adequada que explora as diversas possibilidades de entendimento, e não só uma abordagem superficial, que poderá levar a resultados pouco interessantes.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, O. J. **Matemática e música: o pensamento analógico na construção de significados**. Ed. 3, São Paulo: Escrituras (Coleção Ensaios Transversais) 2003.

ANDRIOLA, W. B. & CAVALCANTE, L. R. **Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio**. *Estud. Psicol. (Natal)*. [online]. Jan./jun. 1999, vol. 4, n. 1 [citado 29 de Outubro de 2003], p. 23-37. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php>

ARRUDA, S. M. Metáforas na Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 25-37, 1993.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BELTRAN, N. O. e CISCATO, C. A . M. ; **Química**, ed. Cortez, São Paulo, 1991.

BOGDAN, R. e BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação*,

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. In: Revista Portuguesa de Educação, 2(3), 117-129. 1989.

CARVALHO, A. M. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. *Em Aberto*, n. 55, p. 09-16, ano 11, jul./set., 1992.

CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Unijuí, 1993

_____, A. I. **Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico**. Canoas: Ed. da Ulbra, 1995.

CURTIS, R.V. and REIGELUTH, C.M. The Use of Analogies in Written Text. **Instructional Science**, 13, 99-117. 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, , - (Coleção Docência em Formação.) 2002.

DUARTE, N. **Concepções afirmativas e negativas sobre o ato de ensinar**. *Cad. CEDES*. [online]. Abr. 1998, vol.19, n.44 [citado 07 Abril 2003], p.85-106. Disponível na World Wide Web: <<http://www.scielo.br/scielo.php>

DUIT, R. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, 75(6), 649-672. 1991.

DAGHER, Z. R. Tradução de Chagas, I., Características únicas das analogias utilizadas pelos professores de ciências, Revista de Educação – Departamento de Educação da F. C. da Universidade Lisboa, vol. IV, nº 1/2. 1994.

FERRAZ, D. F. **O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria/BRA: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, UFSM. 2000.

FERRAZ, D. F. & TERRAZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.213-227, 2003.

GARCIA, I.M. Analogias nos Livros Didáticos de Química. Monografia de Especialização. Belo Horizonte: CECIMIG. 2000.

GILBERT, J.K. and BOULTER, C.J. Stretching models too far. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. San Francisco, 22-26 April. 1995.

GLYNN, S.M. Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model. In S.W. Glynn, R.H. Yeany and B.K. Britton (Eds.) **The Psychology of Learning Science**. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 219-240. 1991.

GLYNN, S.M., Sloan, P., & Radford, D. Teaching science concepts with analogies. Symposium of University of Georgia, Athens (Unpublished Manuscript). 1989.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D.F. 'Teaching with analogies: A case Study in Grade-10 optics'. **Journal of Research in Science Teaching**, v.30, n.10, p.1291-1307. 1993.

JUSTI, R.S. Models in the Teaching of Chemical Kinetics. Unpublished PhD Thesis. Reading: The University of Reading. 1997.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar: quando as ciências se transformam em disciplinas**. Rio de Janeiro: UFRJ, Pós Graduação em Educação. 1996^a (Tese de Doutorado). 262p.

LUDKE, M & ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUTFI, M. **Os ferrados e os cromados – produção social e apropriação privada do conhecimento químico**, Ijuí: UNIJUÍ, 1992.

MACHADO, A. H. **Aula de química: discurso e conhecimento**. Ijuí: ed. UNIJUÍ, 200p. coleção educação em química. 1999.

MOL, G.S. **O uso de analogias no ensino de Química**. 1999. 254f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora da UnB. 1999.

_____. **Aprendizagem Significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, p. 33-45, com o título original de Aprendizagem Significativa Subversiva. 2000.

_____. Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3): 132-193. 1996.

_____. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1). 2002. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci>

MORTIMER, E. F., Concepções atomistas dos estudantes, *Química Nova na Escola*, nº 1, maio 1995.

NAGEM, R. L.; et al. Uma Proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**. V. 14 n.1, 2001.

NOVAK, J. D. Aprender, criar e utilizar o conhecimento. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução para o português do original **Learning, creating and using knowledge**. 2002.

_____, GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. Cambridge: Cambridge University Press. 1984.

_____. Aprender a aprender. Barcelona: Martinez Roca. Tradução para espanhol do original **Learning how to learn**. 1988.

OLIVEIRA, R. J. Ciência e Divulgação: Metas e Mitos. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n.83, p.58-63, 1992.

OLIVA, J. M.; ARAGON, M. M.; MATEO, J.; BONAT, M. Cambiando las concepciones y creencias del profesorado de ciencias en torno al uso de analogias. **Revista Iberoamericana de Educación**.

PAIS, L. C. Didática da Matemática; uma análise da influência francesa. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002

PÁDUA, I. C. A. Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo. PUC - MG.p.7. Disponível em:

PITOMBO, L. R. M. et al. (GEPEC) **Interações e transformações: química para o 2º grau**. São Paulo: Universidade de São Paulo: 1993. (vol. 1 e 2).

REIGELUTH (Ed.). *Instructional Design Theories and Models: An Overview of their current status*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum. Reigeluth, C.M. (1983). Instructional design: What is it and why is it?. In C.M.

ROMANELLI, L. I. O papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem do conceito átomo. **Química Nova na Escola**, n.3, p.27-31,1996.

SANTOS, M^a. E.V. As concepções dos alunos à luz da epistemologia bachelardiana. In: *Mudança conceitual em sala de aula, um desafio pedagógico*. Lisboa/Portugal: Livros Horizonte, p. 128-164, 1991.

SCHNETZLER, R. P. A Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas, **Química Nova**, v.25, supl. 1, p.14-24, 2002.

TERRAZAN, E. A. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na escola de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.3, p.209-214, dezembro, 1992.

TERRAZAN, E. A. Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média. 241 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, 1994.

TSAI, C. C. Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: a study of an analogy activity. **Journal of Science Education and Technology**, **8** (1), 83–91. 1999.

THIELE, R. & TREAGUST, D. The nature and Extent of Analogies in Secondary Chemistry Textbooks. **Instructional Science**, 22, 61-74, 1994.

_____. Analogies in Chemistry Textbooks. **International Journal of Science Educacion**, 17(6), 783-795, 1995.

_____, Venville, G. A Comparative Analysis of Analogies in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. **Research in Science Education**, 25 (2), 221-230, 1995.

TREAGUST, D. ; DUIT. R. ; NIESWANDT. M. Sources of student's difficulties in learning Chemistry. **Educación Química**, v.11, p.228-235, 2000.

_____ HARRISON, A. G.; VENVILLE, G.J. Teaching Science Effectively With Analogies: Na Approach for Preservice and Inservice Teacher Education. **Journal of Science Teacher Education**, v.9, p. 85-101, 1998.

Anexos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO PEDAGÓGICO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PROFESSOR: _____

ESCOLA: _____

FORMAÇÃO: _____ IDADE: _____

QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO

NOTA: *Este questionário tem um caráter meramente investigativo sobre questões corriqueiras do cotidiano escolar de todo professor de Química. Sua colaboração é de extrema importância para que nenhuma das questões aqui levantadas fique sem respostas e em consequência sem análise efetiva do eventual problema que esta representa para o ensino de química.*

Questões

1. Na condição de professor de uma turma de 1ª série do ensino médio como você trata da questão dos modelos atômicos, haja vista que o trabalho é desenvolvido com alunos recém chegados ao ensino médio, e que começam a conhecer os conceitos básicos de química? Na sua opinião qual (is) a(s) estratégia(s) de ensino que devem ser utilizadas? Cite exemplos que estejam relacionados ao cotidiano e que podem ser abordados para que o aluno tenha uma boa noção do conceito científico que está sendo trabalhado.

2. É muito comum no ensino dos modelos atômicos propostas que procuram comparar tais modelos com diversas coisas abstratas ou não, e entre estas coisas podemos destacar a comparação com o sistema solar. Na sua opinião, essa comparação é pertinente? Por que? Qual a comparação que você acha mais adequada para promover um melhor desempenho do aluno?

3. Um dos tópicos de química onde o professor encontra bastante dificuldade para fazer com que o aluno entenda, aprenda e passe a trabalhar o conceito em situações diversas é o conteúdo de grandezas químicas, particularmente o número de Avogadro. Considerando tal situação, aponte caminhos que possam

fazer com que o aluno entenda melhor o conceito de número de Avogadro, cite exemplos de situações do cotidiano que possam ser utilizadas para exemplificar a utilidade desse conceito.

TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS COM OS PROFESSORES

Professor Entrevistado: Professor 1

Escolas em que leciona: Visconde de Souza Franco e Jarbas Passarinho

Qual a sua formação?

Licenciado em química pela Universidade Federal do Pará.

Há quanto tempo?

Olha eu saí de lá, deixa eu me lembrar bem...

Eu fiz algumas matérias contigo!

Fizemos, eu fui até na tua casa pegar um caderno contigo, te lembra? Éhhh, nós estamos em 2004 eu sai de lá acho que, o Rildo saiu num ano, eu saí, acho que foi no outro semestre.

Tu deves ter saído em 98-99.

É 98-99 por aí.

Olha só, a gente vê muito aluno falar, ter aquela aversão à química né, e a gente se preocupa com alguns fatores, que fatores são estes que levam o aluno a ter aversão? Uns reclamam de cálculo, outros reclamam de fórmulas e não entendem que a química deve ser desenvolvida dentro de uma linguagem e a linguagem que a gente desenvolve é a linguagem simbólica. Então a gente tem que repassar isso, mas quando o aluno chega no ensino médio, vem da 8ª série pro ensino médio, ele vai se deparar com a questão da química. Né? Em relação a isso muitos autores afirmam que uma das barreiras que eles encontram é a questão dos modelos atômicos, o que é que ele vê em relação a modelo, o que é que o professor vai utilizar, então baseado nesse pressuposto onde um dos fatores ou o primeiro conteúdo que o aluno vê, basicamente, onde ele já mostra uma certa aversão são os modelos atômicos. Como que tu trabalhas isso na sala de aula?

Olha Everaldo! Cada um tem uma didática, entendeste? Então se o aluno sente aversão à química é por que ele não teve uma boa 8ª série, ele não foi muito digamos assim prático nas aulas tá? Então o que acontece, quando ele não tem uma base na 8ª série muito boa, ele entra pro 1º ano médio já sentido aversão à química com dificuldade e aí vale a gente ter aquele balanço legal pra passar pro aluno aquele conteúdo pra melhorar, ou seja, tirar essa aversão dele. O que é que acontece, o aluno quando ele tem as aulas práticas, tem contato com o modelo atômico tanto o de Rutherford ou de outros, se você dá uma aula prática pra ele já muda totalmente o conceito que ele tem da química. Mas se você se prende totalmente na parte teórica tentando buscar a imaginação dele, tentando fazer com que ele imagine o átomo, imagine tudo aquilo, eles tem dificuldade, justamente por causa da 8ª série onde não

houve um preparo comum, não digo nem assim fora, eu digo comum, entendeu? Ele não prepara o aluno. Aí fica difícil, por que o aluno hoje, ele não...(pensativo), eu acho que quando ele não tem o preparo, ele não quer buscar a imaginação dele. Ele é um robô, ele não sonha, aí vem a parte da aversão e se o professor não tiver um trabalho em cima disso, ele tem uma prática (pareceu indeciso). Digamos assim, ele não desenha no quadro, por mais que a escola não ofereça um laboratório para ele mostrar, ele não desenha, ele não busca fotografia, fica difícil e aí vem a aversão à química que vai se tornando maior ainda quando entra a parte de cálculo e quando entra a parte de física a aversão aumenta mais.

Tu enquanto professor tem que mostrar para o aluno que aquilo realmente existe e a maneira como existe, pelo menos na teoria, modelos enfim. Qual o modelo que tu tens mais facilidade em trabalhar, se bem que o professor deve trabalhar todos mas entre os modelos qual aquele assim que o aluno assimila melhor?

Eu acho que é o de Rutherford, ele vai ter uma imaginação e o de Borh também, o de Borh é bem prático, bem mais aceitável.

É muito comum termos comparações destes modelos com algo assim! Na verdade são feitas assim analogias, só que o que é uma analogia quando você pega algo abstrato, certo? E compara com algo concreto, ou seja, o concreto é o conhecido e o abstrato é o que você quer que o aluno conheça, então a gente observa, que até em livros didáticos tem autores que mostram uma analogia de modelo atômico, como o modelo atômico de Rutherford com o sistema solar. O núcleo seria o sol os planetas seriam os elétrons ao redor do núcleo, na sua opinião essa comparação é pertinente? Você utiliza essa comparação em sala de aula ou você utiliza outra comparação? Que comparação você utiliza?

Olha essa comparação ela é muito aceitável pelo aluno porque ele já tem a noção de sistema solar, então fica mais, digamos assim, mais prático, mais aceitável pra gente, viu, pra que ele assimile o modelo atômico eu utilizo esse tipo de, de, de exemplo mais geralmente o fato mais coisa é a genes da coisa, precisando atrelar ao modelo.

A partir deste ponto o professor procura fazer limitações sobre as comparações

É por que aí eu isolo esse tipo de movimento, pois o movimento dos planetas é um e o movimento dos elétrons é outro, apesar de que o elétron orbita né? Então, o movimento dos elétrons é outro totalmente diferente eu tento só exemplificar a parte de estrutura, assim como, eu também utilizo, logo a princípio, o modelo de Borh.

Eu digo:

— olha é assim como se fosse um ovo, um ovo frito que quando você estala e cai, pois é um modelo prático por que eu acho que todo mundo sabe fritar um ovo, então tem aquela parte amarela lá dentro né? Que aquilo eu chamo de núcleo do átomo, e a parte de fora é a eletrosfera, só que ali você não está vendo os elétrons, né? Também é mais ou menos nesse sentido, também utilizo esse exemplo pra que

eles também não fiquem muito ligados na parte de rotação e translação dos planetas, entendeu? Esse tipo de movimento eu já tiro. É só colocação da questão do modelo.

Eu também uso o caso da bola de futebol, ou seja, se a eletrosfera fosse do tamanho da bola, o núcleo teria um tamanho..., sei lá! Do tamanho da ponta de uma caneta, ou a ponta de um alfinete, é mais ou menos pra ele ter uma idéia de que dentro daquela bola tem uma bolinha menor que o centro da coisa, viu eu utilizo essas comparações. São os cuidados necessários.

Um dos tópicos de química onde o professor encontra bastante dificuldade para fazer com que o aluno entenda, aprenda e passe a trabalhar o conceito em situações diversas é o conteúdo de grandezas químicas, particularmente o número de Avogadro. Considerando tal situação, aponte caminhos que possam fazer com que o aluno entenda melhor o conceito de número de Avogadro, cite exemplos de situações do cotidiano que possam ser utilizadas para exemplificar a utilidade desse conceito.

Aí ele já vai ter aversão não à química mais à matemática, por que aí ele já tem dificuldade com a matemática, entendeu? Aí, o que é que acontece. Aí, ele vai ter aversão à química por que ele acha que a química também vai envolver, quer dizer envolve, mais não com tanta grandeza como na matemática. Agora quanto aos números, eu digo quanto as constantes né? Que surgem, e aí tu não sabes de onde é que veio, né? Então tu tens que usar determinada constante. Então eu passo isso pra eles mas passo de uma maneira básica.

Como assim?

Olha eu vou passar isso pra você, mostrar o número de avogadro por que você vai precisar pra utilizar em cálculo lá na frente tá? Agora quando surgiu? Como surgiu? Quem inventou? Infelizmente nem eu sei, mas está aí e eu tenho que passar isso pra vocês, pois você vai precisar!

A gente como químico tem que usar assim a nossa criatividade, eu utilizo como se fosse assim, digamos assim, um elemento químico que você, éh! Necessita! Vive sem mas necessita, entendeu? Entendeu? Tá? Então é como eu digo, o leite, você pode viver sem tomar o leite, mas ele existe e você necessita, por exemplo um copo de leite pela manhã é muito bom, tá? Então eu digo mais ou menos assim, faço com eles mais ou menos assim, então eles têm que levar nesse sentido aí, tá? Na parte prática pra poderem ter uma.... éh!.... clareza e um pequeno entendimento apesar de ser um numeral e já está passando pra uma parte digamos assim, mais sobre contas. Mais o que eu digo mais ou menos é que eu passo pra ele assim, entendeu? Não é vital, mais é necessário.

Professor Entrevistado: **Professor 2**

Escolas em que leciona: Visconde de Souza Franco e Rêgo Barros, Alcides Carneiro e Mário Barbosa

Qual a sua formação?

Licenciado em química pela Universidade Federal do Pará.

Há quanto tempo?

Já tem 7 anos.

Dá aula desde formado ou dá aula a mais tempo?

Eu dava aula de matemática, química, fazia inglês, português naqueles cursos livres lá da universidade pra vê se dava pra ganhar dinheiro pois era a única maneira de se ganhar dinheiro antes de se formar.

Olha só, a gente vê muito aluno falar, ter aquela aversão à química né, e a gente se preocupa com alguns fatores, que fatores são estes que levam o aluno a ter aversão? Uns reclamam de cálculo, outros reclamam de fórmulas e não entendem que a química deve ser desenvolvida dentro de uma linguagem e a linguagem que a gente desenvolve é a linguagem simbólica. Então a gente tem que repassar isso, mas quando o aluno chega no ensino médio, vem da 8ª série pro ensino médio, ele vai se deparar com a questão da química. Né? Em relação a isso muitos autores afirmam que uma das barreiras que eles encontram é a questão dos modelos atômicos, o que é que ele vê em relação a modelo, o que é que o professor vai utilizar, então baseado nesse pressuposto onde um dos fatores ou o primeiro conteúdo que o aluno vê, basicamente, onde ele já mostra uma certa aversão são os modelos atômicos. Como que tu trabalhas isso na sala de aula?

O meu trabalho aqui, é até bom tu ter tocado nesse assunto, por que o meu trabalho é inédito, ninguém faz as experiências que eu faço. Eu vi uma pessoa fazer uma vez quando uma editora veio publicar um livro aqui em Belém, e o rapaz que veio de Recife mostrou como é que podia falar isso. Primeiro, ele expressou o fato seguinte, essa eu aprendi! Eu vi ele fazer e então eu elaborei com os alunos. Eu coloquei umas caixas, alguém já fez acho que já vi fazer, umas caixas, e aí começar a montar a fim de mostrar a forma com que tu estas rodando objeto ali. Aí praticamente todo aluno aceita. Aí, o professor chega pra eles e diz: Vocês viram o que está presente? Aí, nós não vimos! Pois é assim que se trabalha com modelos atômicos ninguém viu nada ninguém conseguiu. Então esse é o caso de se explicar o modelo de Dalton que Dalton disse que o átomo era uma esfera, a idéia é essa que quando o cara olha lá dentro da bolinha ele descobre que é uma esfera que tá aí dentro, e aí a outra que ele vira, aí não, onde é que está a esfera? E aí ele já sabe qual é a caixa que está a esfera, por que ele vai dizer que não está vendo, tu tá vendo? Não. Tá fazendo o que tá fazendo uma analogia através do que, pra ver o modelo atômico de Dalton. Essa experiência posso dizer que foi elaborada por mim, por que eu só vi o cara fazendo e montei. A outra eu fiz uma junção, eu peguei a idéia do Tompson e verifiquei que o átomo ele tem o que? A quantidade de elétrons é igual a quantidade

de prótons, pra que aquele sistema seja neutro, ou seja, não tenha carga. Então, o quê que eu fiz? Eu juntei aquela idéia de pêndulo eletrostático de Talles de Miletto. Aquele pêndulo, tu sabes? Aquele bolinha? Então eu fiz aqui, quer dizer que você pega um canudinho puxa aqui. Para fazer um atrito entre a esponja e o canudinho, e aí você pega a bolinha que é uma bolinha de isopor, que eu ando até com ela aqui na minha bolsa, eu quero que tu veja, a ponta da linha que fica pendurada, e aí a gente aproxima o canudinho e ela sobe, a gente brinca com a ponta da linha, os alunos adoram acham que é uma coisa fantástica do outro mundo. Ahhhh!!!! Olha! Tá subindo! Tá descendo! Aí com isso, qual a idéia que eu dou pra eles a idéia de cátion e ânion. Quando eu faço assim com a esponja, o quê que eu faço? Como os elétrons estão na superfície da matéria e essa é a idéia do Tompson, que os elétrons estão sempre na parte externa. Pois quando eu puxo a esponja o quê que eu faço, eu retiro milhões de elétrons e o canudinho fica com que carga? Positiva. Aí eu aproximo ele da bolinha aquela bolinha tem o quê? Tem elétrons, ela não está contrária mas ela tem elétrons aí ela vai lá em cima e puxa, aí o aluno pergunta, quem é o cátion? O cátion é o canudinho. Quem é o ânion? O ânion é a esponja. Aí então eu boto aquela representação do passado só pra não ficar aquele negócio vago. Então essa idéia ficou legal pra explicar isso aí e não tinha nenhuma experiência. Disseram lá pra nós, no dia que a gente tava fazendo isso, aí eu fiquei assim, não tem nenhuma experiência montada. Aí eu montei essa experiência e foi legal mesmo. E fica melhor pro professor e pro aluno esse assunto.

É muito comum termos comparações destes modelos com algo assim! Na verdade são feitas assim analogias, só que o que é uma analogia quando você pega algo abstrato, certo? E compara com algo concreto, ou seja, o concreto é o conhecido e o abstrato é o que você quer que o aluno conheça, então a gente observa, que até em livros didáticos tem autores que mostram uma analogia de modelo atômico, como o modelo atômico de Rutherford com o sistema solar. O núcleo seria o sol os planetas seriam os elétrons ao redor do núcleo, na sua opinião essa comparação é pertinente? Você utiliza essa comparação em sala de aula ou você utiliza outra comparação? Que comparação você utiliza?

No primeiro momento essa idéia de que os elétrons giram em torno do núcleo, no primeiro momento é válido. Mas uma pessoa mais inteligente vai ver que ambos tem carga e como carga positiva atrai carga negativa a idéia vai dizer que se chocam contra o núcleo. Então essa idéia já não vale a pena, já não dá muito certo no modelo de Rutherford. Alias essa idéia do Rutherford o próprio Borh viu que estava errado, e claro, ia bater, ia bater, então Borh deu a idéia de orbitas cíclicas. Aí que a gente vai começar a entrar na, aí que fala, usa essa idéia e parte do que a gente tá achando, quer dizer já de ..., o Borh já mostra a correção do Rutherford, não é, não tem validade mais, dizer que a energia é semelhante é claro que não senão ele iria bater no núcleo não é isso? Aí a gente derruba um pouquinho a idéia do Rutherford e mostra a do Borh. Aí diz que, ele gira em órbitas fixas e pra se mudar de órbitas é necessário energia, e quando ganha esse "quanta" de energia ele muda de uma órbita pra outra, não isso? E quando voltam eles emitem luz, então o que é que u faço? Faço isso, depois eu faço a experiência da teoria. Pra qual das três você faria uma experiência, entendeu? Então é válido isso pra qualquer professor, eu tenho só a especialização, aquela que foi feita lá na universidade, aquela que o Jorge Machado, por que ele que me ensinou um bocadinho de coisas né? Que eu aprendi. E eu não tenho mestrado, pois se eu tenho mestrado. Mas pra cada um desses aí eu tentei montar um desses aí

(*neste momento o professor se referiu ao seu material o mesmo utilizado nas suas aulas*) Quer dizer que o de Rutherford-Borh que é o último modelo, eu tentei explicar da seguinte maneira, eu coloco o teste da chama, por que a cor? O que acontece quando eu coloco um pedaço de ferro no fogo e ele fica rubro, por que? Por que, os átomos de ferro ao receberem energia seus elétrons se excitam mudam de camadas, isso é teoria de valência, indo e voltando emitindo essa luz, aí eu queimo, o nome do negócio é sulfato de estrôncio emite a cor totalmente vermelha, o sal de cobre totalmente verde, e o sal de sódio emite amarelado. Aí dá legal por que assim eu completo as três experiências, quer dizer eu tenho três, quatro experiências só disso aí, e eu não tinha nenhuma ainda. A gente aprendia uma na universidade, e ainda assim tão vaga tão..., Isso aí tem haver com o comprimento de onda e se a gente for falar pra eles ainda acham ruim. Olha, os elétrons fazem esse movimento mas isso aí ainda não foi provado nada nem aqui e nem na faculdade, eu só posso dizer que é semelhante ao sistema solar por isso é que eu falo das limitações que existem.

Por que é o seguinte nós utilizamos tudo com base teórica, até nós mesmos nos perguntamos será que um átomo é isso mesmo, será que os elétrons giram realmente em torno do núcleo. Então a gente explica ao aluno que aquilo só é uma **analogia** que realmente nós não temos a condição de explicar exatamente o que acontece. Só tem uma coisa, quando eu mostro aquilo pra ele eu mostro a verdade, eu tenho que fazer ele entender que só tem um jeito de explicar aquilo que é a teoria. E ainda digo mais, quem sabe se mais tarde não é ele que vai mudar essa teoria.

Um dos tópicos de química onde o professor encontra bastante dificuldade para fazer com que o aluno entenda, aprenda e passe a trabalhar o conceito em situações diversas é o conteúdo de grandezas químicas, particularmente o número de Avogadro. Considerando tal situação, aponte caminhos que possam fazer com que o aluno entenda melhor o conceito de número de Avogadro, cite exemplos de situações do cotidiano que possam ser utilizadas para exemplificar a utilidade desse conceito.

Primeiro eu dou a noção de elemento químico, o que é um elemento químico? É uma quantidade muito grande de partículas, ou seja então o que é que eu faço? Eu começo a encher recipientes diferentes com bolinhas de tamanho diferente e chamo, por exemplo, as bolinhas maiores de elemento químico X e as menores de químico Y, e digo a eles que existe uma quantidade exata de bolinhas nos dois recipientes, e mostro que essas quantidades são diferentes pois são elementos químicos diferentes, e aí começo a dar a noção de mol que é um valor que designa uma quantidade e que foi elaborado por um cara chamado Avogadro. Então, foi assim que ele fez, pegou uma determinada quantidade de um elemento qualquer e determinou a quantidade de partículas existentes e a essa quantidade chamou de mol que é numericamente igual a $6,02 \cdot 10^{23}$. Mas o que é o mol aqui pra nós? Com o quê eu posso comparar o mol, o que é que existe aqui ao meu redor que eu possa comparar ao mol? Olha nós podemos comparar o mol a, por exemplo, uma dúzia, nós não temos uma dúzia de laranjas, uma dúzia de bananas, uma dúzia de melancias, ou seja, a palavra dúzia designa uma certa quantidade mas se nós compararmos uma dúzia de laranjas com uma dúzia de acerolas será que tem a mesma quantidade? Claro que não, então assim é a idéia do mol, por exemplo, um mol de ferro é diferente de um mol de ..., mas tudo é um mol, então o que é esse mol é $6,02 \cdot 10^{23}$ partes de qualquer espécie química.

Professor Entrevistado: **Professor 3**

Escolas em que leciona: Visconde de Souza Franco

Qual a sua formação?

Licenciado em química pela Universidade Federal do Pará.

Há quanto tempo?

Uns dez anos

Olha só, a gente vê muito aluno falar, ter aquela aversão à química né, e a gente se preocupa com alguns fatores, que fatores são estes que levam o aluno a ter aversão? Uns reclamam de cálculo, outros reclamam de fórmulas e não entendem que a química deve ser desenvolvida dentro de uma linguagem e a linguagem que a gente desenvolve é a linguagem simbólica. Então a gente tem que repassar isso, mas quando o aluno chega no ensino médio, vem da 8ª série pro ensino médio, ele vai se deparar com a questão da química. Né? Em relação a isso muitos autores afirmam que uma das barreiras que eles encontram é a questão dos modelos atômicos, o que é que ele vê em relação a modelo, o que é que o professor vai utilizar, então baseado nesse pressuposto onde um dos fatores ou o primeiro conteúdo que o aluno vê, basicamente, onde ele já mostra uma certa aversão são os modelos atômicos. Como que tu trabalhas isso na sala de aula?

Eu atuei mais no primeiro e terceiro ano, no segundo eu nunca atuei, uma questão de gosto assim e oportunidade eu vejo que a dificuldade assim do aluno no primeiro não é a parte da tabela periódica e no terceiro ano o início da química orgânica.

É muito comum termos comparações destes modelos com algo assim! Na verdade são feitas assim analogias, só que o que é uma analogia quando você pega algo abstrato, certo? E compara com algo concreto, ou seja, o concreto é o conhecido e o abstrato é o que você quer que o aluno conheça, então a gente observa, que até em livros didáticos tem autores que mostram uma analogia de modelo atômico, como o modelo atômico de Rutherford com o sistema solar. O núcleo seria o sol os planetas seriam os elétrons ao redor do núcleo, na sua opinião essa comparação é pertinente? Você utiliza essa comparação em sala de aula ou você utiliza outra comparação? Que comparação você utiliza?

Ehh! Isso aí eu trabalho na forma de desenho não tem como não ser, então geralmente eu desenho assim um átomo, geralmente eu uso a forma redonda eu mostrando o núcleo a eletrosfera e você tenta mostrar pra eles geralmente eu faço todos os níveis e separo em cores os subníveis e aí sim eu mostro os orbitais faço assim em forma de quadrado que é o lugar onde ele possa encontrar os elétrons, aí disso aí ele ainda tem dificuldade sobre o elemento químico e aí só com o tempo é que ele tem uma noção disso aí.

Um dos tópicos de química onde o professor encontra bastante dificuldade para fazer com que o aluno entenda, aprenda e passe a trabalhar o conceito em

situações diversas é o conteúdo de grandezas químicas, particularmente o número de Avogadro. Considerando tal situação, aponte caminhos que possam fazer com que o aluno entenda melhor o conceito de número de Avogadro, cite exemplos de situações do cotidiano que possam ser utilizadas para exemplificar a utilidade desse conceito.

Tem turma que eles vêm um pouco mais com vontade preparado tem turma que você joga qualquer coisa e eles aceitam esse modelo é até eficiente uns entendem outros não entendem uns perguntam por que isso e você tenta explicar da melhor maneira possível. A primeira que um aluno me perguntou é se elétron tinha movimento de rotação e translação, então eu falei pra ele que não que isso aqui é uma analogia e aí você tem que explicar pra ele o que é uma analogia é apenas uma comparação onde você compara você joga uma coisa parecida com outra, mas o elétron não tem esse movimento aí a gente joga o movimento dos elétrons, aí fala sobre o spin e tenta mostrar o movimento dos elétrons, aí uns aceitam outros não mas você depende muito da cabeça do aluno.