

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS

A utilização das analogias e metáforas como recurso
didático na compreensão do conteúdo ligações químicas

JANAINA RODRIGUES DA SILVA

Recife
2008

Janaina Rodrigues da Silva

A utilização de analogias e metáforas como recurso didático na compreensão do conteúdo ligações químicas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos exigidos à conclusão do mestrado.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a Suely Alves da Silva

Co-orientadora:

Prof^a. Dr^a Analice de Almeida Lima

Recife

2008

Janaina Rodrigues da Silva

A utilização das analogias e metáforas como recurso didático na
compreensão do conteúdo ligações químicas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos exigidos à conclusão do mestrado.

Aprovada em

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Suely Aves da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Prof^a Dr^a Márcia Gorette Lima da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Prof^a Dr^a Josinalva Estácio Menezes
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof^a Dr^a Analice de Almeida Lima
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

FICHA CATALOGRÁFICA

S586u Silva, Janaina Rodrigues da
A utilização das analogias e metáforas como recurso didático na compreensão do conteúdo ligações químicas / Janaina Rodrigues da Silva. -- 2008.
179 f. : il.

Orientadora : Suelly Alves da Silva
Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências e Matemática) -- Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Educação.
Inclui anexo, apêndice e bibliografia.

CDD 371.3

1. Métodos de ensino
 2. Analogias
 3. Metáforas
 4. Didática
 5. Química – estudo e ensino
- I. Silva, Suelly Alves da
 - II. Título

A minha mãe Ivanilda, pelo amor, apoio e carinho.

A Joice, minha irmã, pelo incentivo.

Ao meu grande amigo Heraldo Vitorino de Farias,
por todos os conselhos e compreensão.

Agradecimentos

Ao Senhor Jesus, por ter estado comigo todos os dias da minha vida que sem ELE nenhum dos meus projetos teriam se concretizado.

Ao meu grande amigo Pastor Heraldo Vitorino de Farias, por ter acreditado em mim, quando ninguém mais acreditava, a quem nem usando todos os elogios seriam poucos para agradecer. A todos da Igreja Evangélica Congregacional Getsêmani, na pessoa da irmã Alexandriana Maria e ao irmão Daniel Manuel Rosendo (*In memoriam*), que oraram e choraram por mim, para que este sonho pudesse se tornar realidade.

À minha orientadora, Suely Alves da Silva, pela amizade e paciência, que muitas vezes me tranqüilizava, quando pensei que não daria tempo cumprir com todos os prazos aqui exigidos. Com ela aprendi bastante, não somente para realização deste trabalho, mas para toda a vida.

À minha co-orientadora, que desde a graduação mantemos uma relação de amizade que transcende a de professor e aluno, com tão bom humor e incentivo me conduziu para que este trabalho fosse levado adiante.

A professora Anna Paula Avelar Brito, pela amizade e apreço, que desde a graduação também com apreço e conselhos tem me acompanhado, durante a minha trajetória nesta instituição.

Ao professor Manuel de Farias, mais conhecido nesta Universidade entre os alunos de do curso de Licenciatura em Química como Taperoá e que, tal como Anna Paula não nos perdeu de vista; por sempre se mostrar interessado por todos os nossos sonhos e projetos e incentivá-los, para que assim fosse possível.

A todos os funcionários e corpo docente do curso de Pós-graduação do Mestrado de Ensino de Ciências e de Matemática, que agradeço na pessoa da professora Edênia

Maria Ribeiro do Amaral que com toda dedicação e atenção, nos acolheu neste departamento quando inúmeras vezes às respondeu nossas perguntas, com toda simpatia e sinceridade possível.

Às minhas colegas Marieta Pereira de Queiroz, Adriana Aleixo e Selma Maria Ferreira de Souza, pela amizade e reflexões.

A todos os professores que me acolheram e colaboraram para a elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, que desde o ingresso para o curso de Licenciatura Plena em Química, devo toda a minha formação. A CAPES por ter oportunizado meios para que este sonho se concretizasse.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta e indiretamente para realização deste trabalho, que com paciência me suportavam com todas as apreensões, angústias e alegrias que vivencie nesta durante o curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e de Matemática.

*Lançai sobre ELE toda a vossa ansiedade,
porque ELE tem cuidado de vós (1 Pe 5:7).*

ABSTRACT

The words analogies and metaphors etimologically mean the relationship of similarity between things and change of meaning from the proper to the figurative. They have been utilised on a day to day basis, in the evolution of Science and as teaching tools to facilitate communication. Given this presupposition, the objective of this paper is to analyse the use of analogies and metaphors in the process of constructing knowledge regarding the scientific concept of chemical bonds. To this end three Chemistry teachers from the state public system had their classes monitored. They were also interviewed and had to answer a questionnaire. The results showed that among the teachers being monitored one made use of analogies while the other two used analogies and metaphors. The use of analogies and metaphors by the teachers being monitored was spontaneous and without definite planning. We also observed that the use of analogies and metaphors as teaching tools was less frequent. This fact may be due to the absence of planning as well as of discussions that may increase the use of analogies and metaphors as teaching tools in such a way that they can be a part of the process of teaching and learning.

Key words: analogies, metaphors, teaching resource, chemical bonds and Chemistry teaching.

RESUMO

Analogias e metáforas, que etimologicamente significam relações de semelhança entre coisas e transposição do sentido próprio ao figurado, têm sido utilizadas no cotidiano, na evolução da Ciência e como ferramentas didáticas, com o intuito de facilitar na comunicação. Diante do presente pressuposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de analogias e metáforas na construção do conhecimento sobre o conceito científico de ligações químicas. Para tanto, foram considerados três professores de Química da rede pública estadual, que tiveram suas aulas observadas, responderam a um questionário e a uma entrevista. Os resultados mostraram que dos professores investigados, um fez uso das analogias, enquanto que dois aplicaram as mesmas e as metáforas. Dessa forma, os professores empregaram as analogias e metáforas de modo espontâneo sem que houvesse planejamento definido. Vimos ser ainda pouco freqüente o uso das mesmas como ferramentas didáticas, talvez pela ausência de planejamento e de discussões que possam permeá-las como recurso didático de modo a subsidiar no processo de ensino-aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: analogias, metáforas, recurso didático, ligações químicas e ensino de Química.

Lista de ilustrações

Esquema 01	Estruturação acerca do que interpretamos e definimos sobre as analogias e metáforas	28
Quadro 01	Resumo das idéias principais dos autores selecionados.	29
Quadro 02	Seqüência analógica para aprendizagem de aspectos distintos relacionados com a teoria atômica e a fórmula química	40
Quadro 03	Proposta de atividade baseada no modelo TWA	43
Figura 01	Manuscrito de Lewis, formulado em uma aula de tabela periódica para o primeiro diagrama de elétrons em 1902	58
Figura 02	Representação eletrônica de Lewis para os átomos em conformidade ao modelo planetário	59
Figura 03	Blocos das configurações eletrônicas por famílias ou grupos	61
Figura 04	Grupos ou famílias de ametais que tendem a ganhar elétrons	61
Figura 05	Modelo molecular para o compartilhamento de átomos	62
Figura 06	Modelo molecular do gás flúor.	62
Figura 07	Representação eletrônica e plana dos ligantes para as ligações químicas.	63
Figura 08	Representação de Lewis para as ligações químicas	66
Figura 09	Modelo de Lewis para as ligações químicas	66
Figura 10	Grupos ou famílias de metais que tendem a perder elétrons	67
Figura 11	Modelo analógico para o mar de elétrons	70
Quadro 04	Caracterização dos professores	75
Quadro 05	Relação dos objetivos propostos para a pesquisa com os instrumentos utilizados	81
Quadro 06	Critérios para observação de aula.	83

Quadro 07	Categorias de análise do questionário	84
Quadro 08	Questionário e objetivos específicos.	85
Quadro 09	Algumas perguntas do questionário que tomou o enfoque de entrevista	86
Quadro 10	Analogias e metáforas para as ligações químicas	87
Quadro 11	Elaboração complementar para entrevista	87
Quadro 12	Síntese da observação de aula	90
Quadro 13	Uso de analogias e metáforas durante as aulas	91
Quadro 14	Conteúdos mais freqüentes que os professores utilizam as analogia e metáforas	92
Quadro 15	Síntese das respostas referentes à primeira pergunta.	94
Quadro 16	Síntese das respostas referentes às analogias	96
Quadro 17	Síntese das respostas dos professores sobre as metáforas	101
Quadro 18	Síntese das respostas.	102
Quadro 19	Síntese das respostas referentes ao planejamento..	103
Quadro 20	Síntese das respostas do questionário	107
Quadro 21	Síntese da entrevista sobre o planejamento das aulas.	108
Quadro 22	Perguntas distintas aos professores	116

LISTA DE SÍMBOLOS

Elementos

As – Astatina

C - Carbono

S – Enxofre

N – Nitrogênio

P – Fósforo

B – Boro

Be – Berílio

Bi - Bismuto

O – Oxigênio

Se - Selênio

Sb – Antimônio

Si – Silício

Te – Telúrio

Po – Polônio

Substâncias

TiCl₃ – Cloreto de titânio

AlCl₃ – Cloreto de alumínio

BeCl₂ – Cloreto de berílio

Mn²⁺ - íon manganês

Cu²⁺ - íon cobre

Sumário

INTRODUÇÃO	15
1. Objetivo Geral	19
1.1 Objetivos específicos	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.	22
2.1 Definição etimológica e concepções sobre os termos	22
2.2 A utilização das analogias e das metáforas na História da Ciência como subsídio à construção do conhecimento científico	31
2.3 A importância do uso das analogias e das metáforas no ensino de ciências	34
2.4 Analogias e metáforas nas pesquisas relacionadas ao ensino de Química e o livro didático	44
2.5 Contradições e Desvantagens quanto ao uso das analogias e metáforas	48
2.6 O conceito científico das ligações químicas	55
<i>2.6.1 A teoria de Lewis: regra do octeto</i>	57
<i>2.6.2 Ligações covalentes</i>	60
<i>2.6.3 Ligações iônicas ou eletrovalentes</i>	64
<i>2.6.4 Ligações metálicas</i>	68
3. METODOLOGIA	72
3.1 Sujeitos da pesquisa e contextualização da pesquisa de campo	75
3.2 Instrumentos de Pesquisa	76
3.3 Procedimentos metodológicos e critérios de análise à pesquisa de	80

campo

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	88
4.1 A utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo ligações químicas	90
4.2 Opiniões dos professores relacionadas às analogias e metáforas no ensino de Química e às fontes de consulta	93
4.3 Como foram utilizadas as analogias e metáforas enquanto recurso didático	103
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
REFERÊNCIAS	127
APÊNDICES	134
Apêndice A – Ficha de identificação	135
Apêndice B - Questionário	136
Apêndice C - Entrevista para o professor 01	137
Apêndice D - Entrevista para o professor 02	138
Apêndice E - Entrevista para o prof. 03	140
Apêndice F - Normas para submissão de trabalho da RBPEC	141
Apêndice G - Artigo submetido	142
Apêndice H - Normas para submissão de trabalho da revista investigação e ensino de ciências	161
Apêndice I - Artigo submetido	163

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

As analogias e as metáforas são notadamente utilizadas no cotidiano na comunicação entre os indivíduos, com o intuito de facilitar a compreensão entre os mesmos, envolvendo muitas vezes a ilustração, a refutação, o reforço ou até mesmo auxiliando na elaboração de um novo raciocínio.

O uso dessas como subsidiadoras à aprendizagem, não é recente. Desde os primórdios, o homem aplica essas estratégias, com o fim de relacionar um novo conhecimento aos já existentes. Ao desenvolver a habilidade da fala, os indivíduos buscaram subsídios que pudessem auxiliar na comunicação. Sendo assim, utilizaram-se das analogias e metáforas como ferramentas que pudessem comparar e que contribuíssem para facilitar o que desejavam comunicar. Na evolução do saber científico, as analogias e metáforas foram consideravelmente usadas para auxiliar na elaboração de novos saberes científicos por cientistas ilustres como Maxwell e Kekulé (CACHAPUZ, 1989; DÍAZ, 2004).

Assim, quando falamos em analogias e metáforas associamos a estas as idéias de comparação e ilustração, com o propósito de facilitar ou até mesmo exemplificar o que dissemos. Nesta direção, sentimos a necessidade de fazer uma distinção entre essas duas categorias, pois, na maioria das vezes, são aplicadas indistintamente. Etimologicamente, analogias e metáforas, respectivamente, significam: relação de semelhança entre coisas ou fatos; designação de um objeto ou qualidade mediante uma palavra que designa outro objeto ou qualidade que tem com o primeiro uma relação de semelhança, mudança, transposição do sentido próprio ao figurado (HOUAISS, 2001, p. 202, 1907).

Por outro lado, as analogias e as metáforas podem ser empregadas como estratégias didáticas no ensino de Ciências, pelo fato de promoverem subsídios à aprendizagem no âmbito escolar. As analogias e as metáforas no ensino de Ciências recebem conotações de semelhança entre um fato familiar, domínios entre um saber conhecido e um outro desconhecido ou que não são coincidentes. No decorrer deste trabalho, buscamos sinalizar as diferenças entre as duas categorias, visto que observamos que existem distinções entre essas, não apenas no ensino de Ciências, mas em outras áreas do saber, como na língua portuguesa e na filosofia.

No contexto escolar as analogias e as metáforas também são empregadas por muitos professores para subsidiarem a construção do conhecimento escolar. Todavia, de acordo com algumas pesquisas que tivemos acesso (MENDONÇA, JUSTI, 2007; OLIVA, et al, 2001; FERRAZ, TERRAZZAN, 2002), na maioria das vezes, elas integram o cotidiano das aulas de Ciências, mas não são articuladas em um planejamento prévio, por serem ainda desconhecidas como ferramentas didáticas por muitos professores; sendo esta ausência mencionada nos artigos e conseqüentemente não são incorporadas no repertório dos planos de aulas dos professores, pois às vezes pelo fato de não terem sido devidamente trabalhadas elas se transformam em possíveis obstáculos epistemológicos à aprendizagem dos educandos.

Por serem desconhecidas, por educadores e educandos, pela ausência de planejamento sistemático na sua utilização, deixam de ser devidamente exploradas como uma ferramenta importantíssima na formação do conhecimento e de trazer vantagens como recurso didático. Apesar de sofrerem críticas como estratégias didáticas, pesquisas recentes (DUARTE, 2005) mostram que as analogias e as metáforas podem ser utilizadas como ferramenta didática em aulas de Ciências Naturais, haja vista a complexidade e abstração que esta área de conhecimento apresenta. Tais perspectivas nos motivaram a investigar se as mesmas são empregadas pelos professores observados e como acontece.

A priori fomos despertados a pesquisar o uso das analogias e das metáforas como recurso didático em uma aula de Metodologia do Ensino de Química, na UFRPE, no Curso de Licenciatura em Química, ao serem mencionados os entraves epistemológicos que os alunos vivenciam durante o processo de ensino-aprendizagem.

Durante a leitura de livros que abordam sobre a epistemologia bachelardiana (PARENTE, 1990; JAPIASSU, 1977) encontramos o alerta quanto ao uso de metáforas de forma indiscriminada. Dessa forma, decidimos por ampliar o arcabouço de nossa leitura e nos deparamos com alguns artigos (ANDRADE, 2002; PÁDUA, 2004) que trazem o uso de analogias no Ensino de Ciências, em que sentimos a necessidade de investigar essa temática de modo a contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem do conceito de ligações químicas no

ensino médio, uma vez que fazíamos uso das analogias e das metáforas nas aulas desse conteúdo de forma confusa.

Além do mais, observamos que a Química é uma Ciência que ao ser ancorada, por exemplo, em Bachelard e Kunt, entre outros, sinaliza uma função social. De acordo com a perspectiva construtivista, os pressupostos epistemológicos que fundamentam a Química, podem ser trabalhados por meio de modelos e representações, onde nos detivemos no uso de analogias e de metáforas, como ferramenta didática como subsidiadoras do conhecimento, na aprendizagem do conceito científico das ligações químicas. Seguindo este norte, a utilização das analogias e das metáforas como um modelo para o ensino é uma estratégia de mediação entre o conhecimento científico e a aprendizagem da temática em questão.

Um outro fator que nos motivou a investigar as analogias e as metáforas no conteúdo de ligações químicas, foi à limitação de publicações voltadas a este conteúdo na área de Química (MENDONÇA; JUSTI, 2005; MONTEIRO; JUSTI, 2000). A maioria das publicações encontradas no nosso levantamento foi nas áreas de biologia (TERRAZZAN et al., 2003; FERRAZ; TERRAZZAN 2002; NAGEM et al., 1997, COLL; TAYLOR, 2006; DUARTE, 2005; ANDRADE, ZYLBERSZTAIJN, FERRARI, 2002;) e física (OLIVA et al, 2001; DÍAZ, 2004; OLIVA et al., 2004; BOZELLI 2005).

Acreditamos se fazer de primordial importância um estudo mais aprofundado no Ensino de Química, haja vista que existem bastantes trabalhos publicados nas áreas mencionadas. Além disso, ainda existem as dificuldades e fragilidades que nós professores vivenciamos em nossa prática pedagógica, por muitas vezes usá-las e não explorá-las de modo a contribuir para a aprendizagem dos alunos por desconhecê-las como recursos didáticos, pois durante a graduação pouco ou nunca são mencionadas.

As questões anteriormente relatadas nos sensibilizaram a pesquisar o uso de analogias e metáforas, como auxiliadoras na construção e reconstrução do conhecimento científico durante as aulas de Química, no ensino médio.

O nosso olhar se direcionou a três professores que lecionam no primeiro ano do ensino médio, da rede pública estadual de ensino, com formação em Química. A

escolha por estes se deu pela disponibilidade que os professores tiveram em participar das etapas envolvidas na pesquisa.

Enfocamos o conteúdo ligações químicas. A nossa escolha por tal conteúdo se deu, por ser visto no ensino fundamental e médio de Química e pela dificuldade que muitos alunos demonstraram em séries mais avançadas, por não terem compreendido tal conteúdo; Além disso, pelo fato deste ao ser visto na escola com o uso abusivo de analogias e de metáforas como modelo didático, sem que sejam reconhecidas como ferramenta didática ou passe por planejamento, podem dar origem a obstáculos na aprendizagem (MENDONÇA; JUSTI, 2005, BACHELARD, 1996, PÁDUA, 2004).

Por outro lado, temos observado durante a nossa vivência em sala de aula, que essas dificuldades são fontes de obstáculos à compreensão dos alunos na disciplina em séries seguintes. Além do mais, para decidirmos por tal conteúdo buscamos nos respaldar no manancial de consulta mais visto pelo professor, o livro didático, que para muitos, ainda é a única fonte que contribui na formação continuada dos mesmos. Fundamentamo-nos em Monteiro e Justi (2000), que fizera um levantamento nos livros de Química brasileiros, observando quais os conteúdos em que as analogias foram mais empregadas. As ligações químicas ocupavam a terceira posição neste levantamento ratificando, dessa forma, a relevância de investigarmos esse conteúdo.

Diante desse contexto, o nosso problema de pesquisa é: *como os professores compreendem e utilizam as analogias e as metáforas enquanto recurso didático e estratégico-conceitual na construção de conceitos relativos às ligações químicas?*

Como hipótese de pesquisa, temos: *O uso de analogias e de metáforas como estratégias conceituais, pode subsidiar o professor na (re)construção de conceito de ligações químicas pelos educandos.*

Buscamos abordar neste trabalho a utilização de analogias e de metáforas pelos professores investigados, como estratégias didáticas durante a aula, para subsidiar a construção conceito de ligações químicas, auxiliando possivelmente na construção de uma aprendizagem mais significativa. Diante desse contexto temos os seguintes objetivos para este trabalho:

1. Objetivo Geral:

Analisar a utilização de analogias e de metáforas como estratégias didáticas para a construção de conceitos relacionados ao conteúdo de ligações químicas.

1. 1. Objetivos específicos

- Observar se os professores utilizam as analogias e as metáforas nas aulas para a compreensão das ligações químicas;
- Diagnosticar as opiniões dos professores investigados sobre as analogias e as metáforas.
- Identificar os elementos que sinalizam como e porque os professores utilizam as analogias e as metáforas durante as suas aulas de Química.

Inicialmente abordaremos no desenvolvimento da fundamentação teórica, a definição de analogia e metáfora, bem como a aplicabilidade ao longo da história. Ainda falaremos quais as vantagens, bem como as desvantagens quanto ao uso das mesmas, tomando como arcabouço para esta a epistemologia histórica de Gaston Bachelard, por meio de sua obra intitulada *O Espírito Científico*.

Discorreremos ainda acerca do conceito das ligações químicas, sendo este conteúdo a temática para observações das aulas, em que procuramos investigar o problema de pesquisa proposto.

No tópico metodologia, discorreremos sobre as ações norteadoras que adotamos para contemplarmos os objetivos estabelecidos. Para tal, tomamos os recursos áudio-visual e os instrumentos de coleta dos dados: questionário, entrevista semi-estruturada e observação, com a finalidade de investigar dos professores se e como utilizam as analogias e as metáforas enquanto recurso didático, durante as aulas de ligações químicas, bem como as suas opiniões em relação às analogias e metáforas. Estabelecemos, para isso as seguintes categorias de análise: a utilização das analogias e das metáforas na abordagem do conteúdo de ligações químicas, dos professores relacionadas às analogias e as metáforas no ensino de

Química e as fontes de consulta e como utilizam as analogias e as metáforas enquanto recurso didático.

Já nos resultados e discussões, comentamos sobre as observações das aulas dos professores que gentilmente permitiram a nossa presença durante as regências, bem como o questionário e as entrevistas, a partir do aporte teórico que adotamos (TERRAZAN; FERRAZ, 2003, MENDONÇA; JUSTI, 2005, CARVALHO; JUSTI, 2005, OLIVA et al, 2001, OLIVA, 2004, BACHELARD, 1996), e das categorias de análise estabelecidas na Metodologia.

Para finalizar discorreremos nas considerações finais as questões mais pertinentes em relação ao problema de pesquisa e aos objetivos estabelecidos a partir dos resultados encontrados durante a pesquisa, bem como sugestões para trabalhos futuros.

Acreditamos que este trabalho possa contribuir no sentido de esclarecer quais as limitações que os professores investigados apresentaram durante a prática docente na utilização das analogias e das metáforas no conteúdo ligações químicas, uma vez que observamos a escassez de trabalhos relacionados ao assunto enfocado. Ainda, no sentido de nortear pesquisas futuras que possam assim subsidiá-los para a melhor utilização dessas ferramentas didáticas, corroborando também na formação continuada do professor ou do futuro professor.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2. Fundamentação teórica

Neste item abordaremos aspectos de suma importância, tanto na compreensão do uso das analogias e metáforas, quanto na contribuição destas na construção dos conceitos científicos relativos ao conteúdo das ligações químicas e suas representações ao longo da evolução histórica.

Analisamos também, quais as vantagens e desvantagens relativas ao uso das analogias à luz de Gaston Bachelard, abordadas na obra desse autor intitulada *O Espírito Científico* e em obras de outros autores que se reportam a esta questão (BACHELARD, 1996; PARENTE, 1990; JAPIASSU, 1977; LOPES, 1999; PÁDUA, 2004).

O destaque que está na definição dos obstáculos ou entraves epistemológicos, bem como o posicionamento bachelardiano em relação à utilização das analogias e metáforas como recursos estratégicos e metodológicos para o processo na compreensão e estruturação do saber científico são salientados neste tópico.

Ainda discorreremos sobre as ligações químicas, de acordo com o saber científico apresentado nos livros de química do ensino superior. Este será abordado de modo sucinto, uma vez que o enfoque principal da pesquisa é o uso de analogias e metáforas para subsidiar a compreensão de conceitos relacionados às ligações químicas.

2.1 Definição etimológica e concepções sobre termos

As analogias e as metáforas são muito empregadas no cotidiano e até mesmo no meio científico para subsidiar na construção de modelos. Contudo, normalmente não é feita a diferenciação entre essas duas categorias, sendo utilizadas, dessa forma, de maneira indiscriminada como se tivessem o mesmo significado. Por

exemplo, vemos em Duarte (2005), que as analogias são vistas, como um “termo utilizado de forma indistinta, como metáfora, modelo, símile e exemplo” (p.3). Diante de tal situação, buscamos compreender quais as diferenças na definição das analogias e metáforas, a partir de diferentes áreas disciplinares tais como as Ciências Naturais, a Filosofia e a Língua Portuguesa.

Para Holanda Ferreira (1999), a palavra analogia vem do grego, *ana*, separado, conforme; e, *logos*, “*tacha*” (p. 131). Genericamente, analogia é o ponto de semelhança entre coisas diferentes. Em *Filosofia* é a identidade de relações entre os termos de dois ou mais pares. Em *Física*, são as relações entre dois fenômenos físicos distintos que podem ser descritos por um formalismo matemático idêntico, a qual pode existir entre um fenômeno elétrico e outro mecânico, entre um acústico e um elétrico.

Houaiss (2004) afirma que *a analogia* é a relação ou semelhança entre coisas ou fatos; criação ou alteração de forma lingüística para se adaptar a um modelo existente (p. 202).

De acordo com Champlin; Normar; Marques (1995), as analogias provêm da experiência, pois em Kant, os princípios ‘a priori’, são os que tornam possíveis a unidade da experiência humana. Os três princípios derivados da categoria de relação são: *substância, casualidade e reciprocidade*. Para Kant, os princípios são derivados dos dois tipos básicos de proporções, dando a entender, a ordenação de substância, causa e comunidade, segundo os quais interpretamos a experiência.

Sobre a definição de metáfora encontramos em Farias (1975), que do grego, *metaphorá*; do latim, *metaphora*, consiste na transferência de uma palavra para um âmbito semântico que não é do objeto que ela designa, e que se fundamenta numa relação de semelhança subentendida entre o sentido próprio e o figurado, como por exemplo, chama-se de *raposa* a uma pessoa astuta.

Em Houaiss (2004) a palavra metáfora, gramaticalmente expondo, significa: “adjetivo metaforiza, verbo transitivo direto” (p.1907). Recurso estilístico que consiste na “*transposição* do sentido objetivo de uma palavra a uma outra figurada através de uma comparação implícita, por exemplo, *ele é um lobo*” (p.1907), para designar forte, corajoso.

Cegalla (2000) retrata que a metáfora representa uma figura de palavras, “é o desvio da significação própria de uma palavra, nascida de uma *comparação mental* ou característica comum entre dois seres ou fatos” (p. 569). Braga apud Cegalla (2000), em *Crônicas Escolhidas*, define Metáfora, assim: ‘o pavão é um arco-íris de plumas’, isto é, o pavão com sua cauda armada em forma de leque multicolorido, é como um arco-íris de plumas. Exemplos de Metáforas: ‘murcharam-lhe os entusiasmos da mocidade (para dizer que enfraqueceu-se). ‘*Que negro segredo guardava no porão da alma* (AUTRAN DOURADO apud CEGALLA, 2000, p. 570). Todavia se faz necessário cautela para não confundir a metáfora com a comparação. Nesta, os dois termos vêm expressos e unidos por nexos comparativos (tal, qual, assim como, como tal), por exemplo, nem foi cruel como um ministro (Comparação), nem foi um monstro. Ainda, ao buscar compreender o que são metáforas, é possível cometer o erro de sinonímia (relação de sentido entre dois vocábulos de significação próxima), pois as metáforas não irão causar efeito algum, ou seja, consiste em usar uma palavra por outra com a qual se acha relacionada. Essa troca se faz não porque as palavras são sinônimas, mas porque uma evoca a outra. Há metonímia (uma figura de linguagem que consiste em usar uma palavra fora de seu contexto semântico habitual, tomando, por exemplo, a matéria pelo objeto, ouro por dinheiro, o autor pela obra – ler Camões, por ler a obra de Camões) quando há causa e efeito, por exemplo, “*os aviões semeavam a morte [bombas mortíferas], [As bombas = a causa; a morte = o efeito]* (CEGALLA, 2000, p. 570).

Nas Ciências Naturais, as analogias e metáforas podem ser empregadas como facilitadoras na aprendizagem, bem como contribuir na elaboração de modelos científicos e de ensino. Diante deste pressuposto, observamos que estes apresentam significados bastante sugestivos à utilização como recurso didático e procuraremos discutir a seguir.

Para Terrazzan et al. (2003), as analogias compreendem uma comparação entre características semelhantes e não semelhantes de conceitos ou fenômenos, favorecendo ao entendimento dos conceitos/fenômenos.

Em Nagem et al. (1997), o papel da analogia implica na comparação da expressão com clareza, ou seja, explicitamente, indicando a estruturação e a identidade das partes de cada estrutura entre dois domínios; já a metáfora, expressa a comparação implícita, subentendida, ou ainda não muito clara às características

entre dois domínios relativos. Embora tenham a finalidade de comparação, a similaridade é feita por aproximação com um domínio ou saber menos conhecido a um domínio mais conhecido.

De acordo Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), as metáforas são caracterizadas como um tipo de analogia que possui a utilização de um domínio com base poética.

A partir das considerações anteriormente evidenciadas para as categorias analogias e metáforas, apresentamos a seguir nossa concepção relativa a essas:

1. Analogia: são comparações explícitas entre um domínio conhecido e um outro desconhecido ou alvo (que pode ser o conhecimento científico). O primeiro também chamado de familiar, pode subsidiar na construção do conhecimento científico e que ao ser explorado contribui no entendimento do conhecimento. Nesta relação, entre comparação e o alvo, acontece de maneira direta.
2. Metáfora: é a interface entre dois saberes, um já existente, fundamentado na literatura por *familiar ou similar*, também chamado de senso comum, e um novo, que é apresentado ao educando em forma de história, conto, fábula ou folclore. A metáfora não apresenta relação direta com o que se pretende comparar, que em especial é o conhecimento científico.

Tanto as analogias, quanto as metáforas, podem subsidiar na compreensão do conhecimento científico, visto que tais ferramentas didáticas podem proporcionar a transferência de conhecimento: do saber conhecido ao não conhecido, isto é, do saber trazido pelo aluno à sala de aula, para o científico, visto na escola. Assim as analogias podem contribuir tanto na aprendizagem dos alunos quanto, na formação continuada de educadores, sendo até mesmo recomendadas na orientação curricular de formação de professores escocêses e ingleses para o ensino de ciências (BÓO. E ASOKO, 2000; TOBIN, 1990, apud DUARTE, 2005).

Além do mais, as analogias e metáforas podem também contribuir na estruturação de modelos, que favoreçam o entendimento do conhecimento científico (MILAGRES; JUSTI, 2001). Os modelos podem ser entendidos, de acordo com Gilbert e Boulter (1995 apud MILAGRES e JUSTI, 2001), como uma representação

de um objeto, processo, evento, sistema ou idéia que se origina de uma atividade mental ou se aproxima da realidade. O modelo estratégico elaborado para um determinado contexto, como algo facilitador, serve posteriormente para ser utilizado em outras situações, por exemplo, como recurso didático e prover a base do desenvolvimento de explicações.

Para Chassot (2003) os modelos surgem pela necessidade e conseqüência de duas limitações: (i) ausência de interação direta com o fenômeno estudado, onde são conhecidas apenas as causas, e (ii) o caráter de simplificar situações diversificadas, pois, há a necessidade de inúmeras explicações para se esclarecer um fenômeno ou evento em análise. É por meio dele que se é possível imaginar, projetar e prevê a importância do que não se pode ver macroscopicamente; quando usado, é por muitas vezes, a aproximação da realidade apresentada.

Em Lima e Nuñez (2004) vemos que os modelos podem ser tidos “como algo que representa à realidade, que permite ao meio científico descobrir e estudar novas relações e características” (p. 247) do objeto em análise, sendo de caráter provisório e limitado, pelo fato dos eventos em estudo serem de natureza complexa.

Retomando as considerações de Gilbert e Boulter (1995 apud MILAGRES e JUSTI, 2001), os modelos podem ser criados na mente dos indivíduos. Sendo assim, estes podem ser expressos por meio da fala de ações da escrita por diagrama, uma analogia ou uma metáfora, por exemplo. Neste sentido classificam os modelos em:

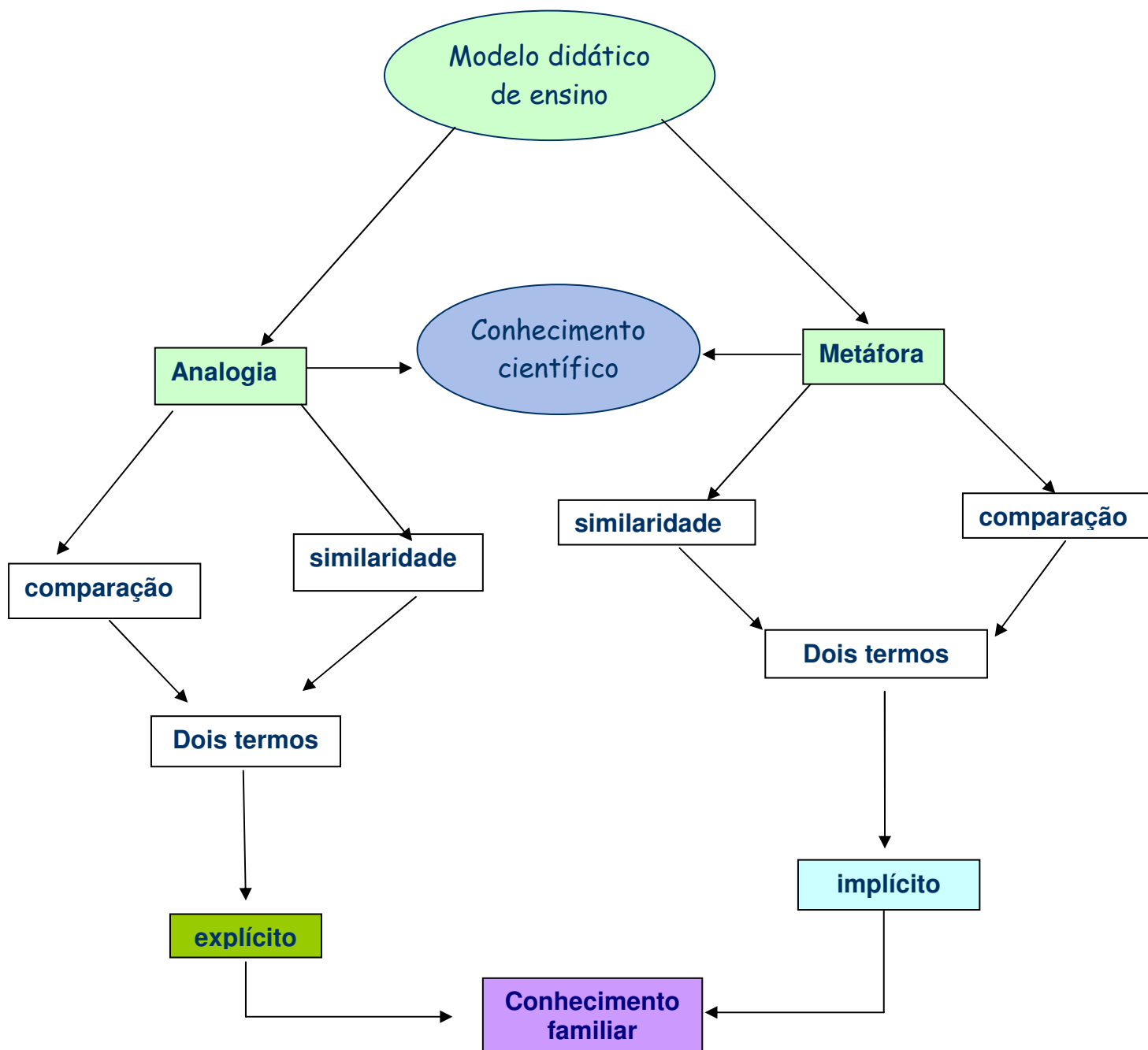
- a) *Mental* – proveniente da estrutura cognitiva do sujeito que pensa, de acordo com toda interpretação que temos do mundo exterior; ou ainda são representações de âmbito pessoal e peculiar de cada pessoa que pensa individualmente sobre o mundo;
- b) *Expresso* – resultante de elaborações mentais, quer em grupo ou individualmente, sendo possível ocorrer contradições entre o expresso (do que se diz, escreve ou esquematiza, por exemplo) e o mental, de acordo com as dificuldades para se expressar um raciocínio; são exemplos: a fala, a ação, o símbolos ou a escrita. Os autores deixam o alerta para os professores que

nem sempre os educandos conseguem expressar fidedignamente o que pensam.

- c) Consensual** – são os modelos expressos que foram aceitos por um grupo social.
- d) Científico** – é a seleção de alguns dos modelos consensuais e que foram aceitos por uma comunidade científica.
- e) Ensino:** elaborado para facilitar a compreensão da ciência no âmbito escolar, com a finalidade de subsidiar o educando na compreensão dos modelos científico. Segundo os autores, estes são de caráter complexo, pois “devem preservar a estrutura do modelo consensual e lidar com os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de que eles construam suas próprias compreensões”, (GILBERT, BOULTER, 1995 apud MILAGRES, JUSTI, 2001, p. 41).

Os modelos são na maioria das vezes apresentados como objetos concretos, desenhos, simulações variadas, analogias e metáforas. Ainda, podem ser instrumentos ou pontes entre a realidade e a teoria (MILAGRES, JUSTI 2001). Estes podem ser justificados pelo fato da ciência apresentar uma forte abstração nas suas definições, dificultando dessa forma a compreensão da mesma (MENDONÇA, JUSTI, 2005).

Partindo desse pressuposto, de acordo com a nossa concepção, o modelo é a representação ou protótipo de um evento (um objeto em análise, por exemplo), o qual preserva as características condizentes com a realidade em estudo. Inicialmente o modelo existe na mente dos indivíduos. Por exemplo, para que discorréssemos sobre as analogias, metáforas e sobre os modelos, a primeira idéia que tivemos iniciou na nossa mente, sendo este um modelo de caráter mental. Para expressá-lo, procuramos aqui escrever, sendo este um modelo expresso. Por fim, esquematizamos o que pensamos sobre os mesmos em um diagrama ou esquema (01), onde elaboramos de acordo com as leituras que fizemos e que foram citadas no decorrer desta fundamentação teórica:



Esquema 01– Estruturação acerca do que interpretamos e definimos sobre as analogias e metáforas.

As analogias e as metáforas, de acordo com a nossa concepção, auxiliam na formulação e elaboração de conceitos e definições científicas. É nesta perspectiva que procuramos nos posicionar neste trabalho, buscando analisar os dados provenientes dos instrumentos de pesquisa propostos nesse trabalho, o que os

professores investigados compreendem por analogias e metáforas e como as utilizam enquanto recurso didático.

Diante de tais perceptivas, os resultados e discussões serão norteados, principalmente, pelo referencial teórico apresentado por Terrazzan e Ferraz; Justi e colaboradores, Oliva e Bachelard, nas seguintes pesquisas, conforme quadro 01:

Teórico	Atuação disciplinar	Principais aspectos abordados Resumo de alguns artigos/ livro
FERRAZ TERRAZZAN;	Biologia	Observaram o uso espontâneo de analogias por professores de biologia (FERRAZ, TERRAZZAN, 2002, 2003).
JUSTI	Química	<ol style="list-style-type: none"> 1. O uso de analogias nos livros didáticos de ensino médio brasileiro (MONTEIRO; JUSTI 2000). 2. As dificuldades e as compreensões da analogia do mar de elétrons, pelos alunos de ensino médio (CARVALHO; JUSTI, 2005). 3. As analogias empregadas para o equilíbrio químico, em livros didáticos do ensino médio (MENDONÇA; JUSTI, 2000). 4. Modelos explicativos elaborados por alunos de ensino médio, sobre as ligações iônicas (MENDONÇA; JUSTI 2005).
OLIVA, et al	Química e física	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abordam as dificuldades que os professores de ciências se deparam ao utilizarem as analogias (apresentam as metáforas como exemplo das analogias), como ferramentas didáticas (OLIVA et al, 2001). 2. Investigou dos professores os possíveis conceitos de analogias, bem como propôs atividades vinculadas ao planejamento sistemático e a necessidade de avaliação para o uso das mesmas (OLIVA, 2004).
BACHELARD	Química	Observou que as imagens analógicas e metafóricas podem retratar <i>cópias fiéis</i> da realidade e se transformar em esquemas permanentes, como se fossem à própria ciência definitiva e não assumirem um papel transitório como estratégias didático-conceitual, constituindo-se um

		obstáculo ou entrave na aquisição do conhecimento científico (BACHELARD, 1996).
--	--	---

Quadro 01 - Resumo das idéias principais dos autores selecionados.

Optamos por Ferraz e Terrazzan (2002), mesmo que a área das publicações indicadas sejam de Biologia, por se aproximar consideravelmente ao que nos propomos investigar no problema de pesquisa, que diz respeito a como os professores compreendem e utilizam as analogias enquanto recurso didático na (re)construção do conhecimento científico para as ligações químicas. No caso de Justi e colaboradores (quadro 01), a nossa escolha se deu por estes terem investigado como as analogias aparecem nos livros didáticos, pois este é uma fonte de consulta constante do professor e que conseqüentemente pode refletir na metodologia do mesmo. Outra pesquisa relevante realizada por Justi foi relacionada aos problemas e dificuldades que os alunos investigados apresentaram ao empregar a analogia do mar de elétrons para as ligações químicas como anteriormente abordamos. Escolhemos também Oliva et al (2001) por abordar questões referentes às dificuldades que os professores de Ciências sentem ao fazer uso das analogias, como subsidiadoras no conhecimento científico, bem como trazer exemplos de aplicações das mesmas no ensino de Química e Física, que comentaremos a posteriori. No caso de Bachelard, nossa escolha se deu pelo fato do mesmo argumentar os possíveis entraves e obstáculos de natureza epistemológica na aprendizagem, advindos com o uso abusivo das metáforas, onde também tomamos para as analogias por toda significação e estruturação, que as mesmas apresentam como anteriormente discorreremos. Tais questões nos encorajam a optar por esses pesquisadores para fundamentar as discussões dos resultados de nossa investigação.

No próximo tópico discorreremos sobre as analogias e metáforas na História das Ciências, por compreendermos a sua importância e contribuições na construção histórica do conhecimento científico.

2.2 A utilização das analogias e das metáforas na História da Ciência como subsídio à construção do conhecimento científico

De acordo com as leituras que fizemos para elaboração deste trabalho, vimos que as analogias e as metáforas estão presentes na construção do conhecimento científico ao longo do tempo, sendo evidenciado assim o caráter histórico atrelado a essas. Percebemos a contribuição dessas categorias tanto para a elaboração, quanto para explicação ou refutação de modelos e teorias. Assim, sentimos a necessidade de discorrer acerca da aplicabilidade das analogias e metáforas na construção histórica do conhecimento científico.

Observamos que as analogias e metáforas fazem parte do conhecimento humano, estando presente em quase todas as suas atividades, na imprensa (falada e escrita), na elaboração de livros didáticos, ou até mesmo na identificação de uma época ou etnia. Estas são elaboradas mentalmente pelo ser humano e acontecem de modo espontâneo, sendo a conexão entre o conhecimento existente na mente dos indivíduos e a estrutura conceitual do novo saber apresentado, por quem às utilizam (GUTIÉRREZ, 2005). O cérebro é dotado de mecanismos associativos, uma vez que parece ser inato, pois o córtex possui níveis responsáveis pelas comparações entre o novo conhecimento e os previamente existentes, em que resulta na possibilidade de aquisição da nova informação apresentada (PÁDUA, 2004).

Ao longo da história encontramos relatos (CACHAPUZ, 1989) da empregabilidade das mesmas como facilitadoras da aprendizagem, por contribuir na construção e apropriação de um novo conhecimento que lhes fora apresentado, pois, desde os primórdios, os seres humanos aplicam estratégias com o fim de introduzir um novo conhecimento ao já existente. Considera-se que o uso desta, bem como sua utilização iniciou-se com o surgimento da linguagem (DUARTE, 2005). Encontramos na história da humanidade relatos quanto à aplicabilidade das mesmas que se remetem à Grécia antiga, sendo atribuído o uso de metáforas a Aristóteles, em que o uso destas eram considerada a marca dos gênios (DUARTE, 2004). Platão, também empregou as analogias para explicar a origem do

conhecimento, na tentativa de argumentar a relação entre o mundo sensível e o inteligível (BARSA, 2006), por ter a sua origem na experiência ou no pensamento, ao encontrar a resposta às próprias indagações na história da ciência. O referido filósofo ainda propôs aos seus discípulos uma representação geométrica dos movimentos do sol, da lua e dos cinco planetas conhecidos ao promover, assim, a modelagem analógica aproximativa desses elementos (BOYER, 1996).

Muitos cientistas utilizavam as analogias em suas descobertas, tais como Maxwell, Boltzmann e Kekulé. É o que apontam alguns artigos (CACHAPUZ, 1989; DÍAZ, 2004) que relatam sobre a criatividade humana, por meio do uso de analogias e metáforas na história das ciências, por exemplo, por meio de um sonho August Kekulé, comparou o fenômeno da ressonância do anel benzênico com uma cobra que, em chamas, mordida sua própria cauda, e assim, girava sem parar. A seguir traduzimos um trecho do sonho de Kekulé:

Eu voltei minha cadeira para o fogo e cochilei. Novamente os átomos estavam brincando nos meus olhos. Nesta hora o maior grupo ficava em último plano. Meu olho mental rasgou mais agudo por visões deste tipo, poderia agora distinguir maiores estruturas, de cópias configuradas, longas fileiras, algumas vezes mais fechadamente encaixadas juntas, todas retorcendo e entrelaçando como serpente se movimentando. Mas olhe! O que era aquilo? Uma das cobras tinha agarrado sua própria cauda a controlando e ao formar-se, girou brincando nos meus olhos. Como por um fleche de luz eu acordei (CACHAPUZ, 1989) [tradução nossa].

De acordo com Oliva et al. (2004), ao investigar a aplicabilidade das analogias e metáforas no ensino de Ciências, o uso dessas contribui como facilitadoras da imaginação do ser humano. Sendo assim, o homem encontrou um subsídio para que pudesse comparar o desconhecido com o que lhe era familiar. Com a evolução do conhecimento o homem fez uso das analogias e metáforas, com o intuito de facilitar a compreensão da construção do saber, que seriam aplicados, quer no cotidiano, quer no científico como estratégia conceitual.

Metáforas e analogias também são intensamente investigadas por outros ramos da ciência, a saber: a Filosofia das Ciências, a História e a Sociologia, que encontram tais metodologias em publicações, diários e cartas. Baseado no material pesquisado, alguns chegaram até mesmo a recomendar o uso de analogias, com o

intuito de facilitar o desenvolvimento e compreensão de suas pesquisas, como foi o caso de Faraday:

Creio que na prática das ciências físicas, a imagem deveria ser praticada para apresentar a matéria investigada desde todos os pontos de vistas possíveis e impossíveis; para buscar analogias de semelhanças e digamos assim, de oposição, inversa ou contraposta (...). Não poderíamos pensar sobre a eletricidade se imaginaria como um fluido, ou uma vibração, ou alguma forma ou estado. (BERKSON 1974 apud DÍAZ 2004, p.82 de la traducción castellana) [tradução nossa].

Maxwell, físico escocês (1831-1879), também recomendou o uso de analogias que considerou por ilustrativas e heurísticas, isto é, típico da criatividade do ser humano, com o fim de subsidiar idéias e descobertas, pois:

Para conseguir conceito físico sem adaptar uma teoria física, devemos familiarizar com a existência de analogias físicas. Entendo por analogias física essa similaridade parcial entre as leis de uma ciência e as de outra que faz que umas iluminem as outras (DEMO, 2004, p. 190) [tradução nossa].

Para Díaz (2004), graças ao uso das analogias, foi possível a associação da física e da matemática, contribuindo sobremaneira ao desenvolvimento destas Ciências, conforme a afirmação de Boltzmann:

As mesmas equações poderiam ser consideradas como solução de um problema de hidrodinâmica e teoria potencial. A teoria dos fluidos, assim como o atrito dos gases, mostrou uma analogia surpreendente com a do eletromagnetismo. (DEMO, 2004, p. 191) [tradução nossa].

À medida que muitos cientistas reconheciam a importância do uso de analogias e metáforas para subsidiar as descobertas e explicá-las, também reconheciam que era necessária cautela para diferenciar uma expressão análoga e a fórmula de uma verdadeira hipótese científica. Isso resultou ser de suma importância no desenvolvimento da ciência, servindo assim para relacionar os diferentes fenômenos existentes (DEMO, 2004).

Tais descobertas foram subsidiadas por meio de analogias e metáforas que corroboraram na elaboração de modelos científicos. Dessa forma, ao tomarmos

conhecimento do que discorreremos neste tópico, vimos à importância do uso destas na construção do conhecimento científico. A seguir discorreremos sobre a importância da utilização das metáforas e analogias para o processo de ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza.

2.3 A importância do uso das analogias e das metáforas no ensino de ciências

Como discutimos ao longo do texto, as analogias e metáforas, atualmente têm sido empregadas com a finalidade de subsidiar na construção e reconstrução do saber científico no ensino de Ciências, por apresentarem inúmeras vantagens a ser consideradas, tais como: *aumentam a compreensão* dos educandos, por facilitar a comparação entre fenômenos semelhantes; *contribuem na consolidação de conceitos* e *facilitam a introdução* de novos saberes científicos; *facilitam a comunicação* entre professor e aluno ao favorecer a mediação e a reflexão quando o conhecimento científico é apresentado ao educando, entre outras, que abordaremos de forma mais detalhada no decorrer deste texto.

Destacamos algumas pesquisas (BOZELLI e NARDI, 2005; NAGEM, et al. 1997; COLL e TAYLOR, 2006; CACHAPUZ 1989; PÁDUA 2004; OLIVA, et al. 2003a; FERRAZ; TERRAZZAN, 2002; DUARTE, 2005) que são relevantes para que possamos compreender a importância do uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências:

Bozelli e Nardi (2005) investigaram o que licenciandos concluintes do curso de Física pensavam sobre as possíveis utilizações das analogias e metáforas como facilitadoras da aprendizagem e se estas contribuíam na (re)construção do conhecimento por parte dos alunos. Os licenciandos consideraram que as analogias e metáforas seriam extremamente significativas durante o processo ensino-aprendizagem, pois observaram resultados consideráveis, enquanto aplicavam as mesmas como ferramenta didática, pois aumentaram a compreensão dos educandos, por facilitar a comparação entre fenômenos semelhantes. Ainda,

segundo os licenciandos, estas beneficiam na consolidação de conceitos e proporcionam a introdução de novos saberes científicos.

Ao partir do estereótipo de que o uso de analogias e metáforas também se reporta às questões culturais e étnicas, Nagem, et al. (1997) cita que povos sul-africanos consideram que o calor tem relação com sentimento de raiva, ambiente não hospitaleiro, impaciência ou doença. Na concepção desses povos, uma pessoa doente está quente e outra com saúde está fresca. Esse fato permitiu que os sul-africanos aprendessem o conceito de cinética com maior rapidez em relação aos povos ocidentais, que não possuem tais concepções.

Ainda, Nagem, et al. (1997) afirma que quando o objetivo se refere tanto à compreensão quanto ao fazer-se compreender e comunicar algo, a aplicação das analogias e metáforas no ensino de Ciências, podem se fundamentar como recurso na construção do saber.

Coll e Taylor (2006) ressaltam que as analogias constituem um recurso muito usado no ensino de Ciências, sendo geradas de modo espontâneo em resposta as dificuldades que os alunos mostram ao aprender o conteúdo.

Situação esta confirmada e investigada por Ferraz e Terrazzan (2002) que fizeram uma pesquisa relacionada ao uso espontâneo de analogias por professores de biologia em regência nas escolas públicas. Estes autores relataram a importância da utilização de analogias como estratégias didáticas. Os professores investigados citaram que não planejavam as analogias que seriam utilizadas como estratégias e recursos didáticos, mas deixaram subentendido que as analogias surgiam durante as aulas e que obedeciam a uma seqüência mental sem que ocorresse um planejamento para que fossem utilizadas em um dado momento da aula. Em um universo de seis professores, apenas dois afirmaram que o uso destas como estratégias conceituais deveria ser realizado com bastante cautela.

Cachapuz (1989) comenta que as analogias e metáforas são facilitadoras na comunicação entre professor e aluno ao favorecer a mediação e a reflexão quando o conhecimento científico é apresentado ao educando. As linguagens analógica e metafórica fornecem uma opção menos rígida ao conhecimento, por proporcionar a reconstrução do conhecimento científico. Sendo assim, favorecem também a inúmeras descobertas que foram popularizadas em livros didáticos, tanto no nível

médio, quanto no nível superior, no conhecimento químico tais como: gases nobres, família dos elementos químicos, blindagem de sistema, nuvem eletrônica, salto de elétrons e spin de um elétron.

Para este pesquisador, as analogias possuem a finalidade de tornar o conhecimento científico mais compreensível à explicação, com relação a um referencial familiar, pelo enriquecimento de detalhes mais ilustrativos e de fácil entendimento por parte de quem aprende. Cachapuz ressalta que a produção de analogias e metáforas, por favorecer a solução, identificação e formulação de problemas e hipóteses, podem ajudar na organização da percepção de quem as utiliza.

Pádua (2004), afirma que o processo analógico permite que os indivíduos ao se depararem com conceitos, valores e experiências estranhas, como um conceito científico, por exemplo, relacionam suas características com as similares de algo que já conhecem ou que lhes seja familiar.

Esta questão também é ratificada por outros autores, como Oliva et al. (2003). Apontam ser as analogias empregadas, principalmente, para compreender noções abstratas e pouco familiares por meio de outras já conhecidas que são mais acessíveis a nossos sentidos e a nossas experiências passadas.

Pesquisas como as de Duit (1991) e Dagher (1995) constituem importantes revisões da literatura a esse respeito, destacando de uma maneira geral, a importância da utilização das analogias à aprendizagem em Ciências, entretanto, fazendo ressalvas na maneira como normalmente são utilizadas durante o processo ensino-aprendizagem.

Oliva et al. (2001) investigaram as crenças implícitas de professores sobre o uso das analogias como estratégia didática, observando diferentes significados atribuídos a estas. Foi observado que a maioria dos professores destacava a importância das mesmas para ajudar a compreender conceitos e fenômenos e não como um subsídio na construção de modelos que constitui um fator fundamental na aprendizagem de conceitos científicos. Por outro lado apontam como desvantagens a utilização das analogias como um fim em si mesmo.

Vimos diante do exposto que, os pesquisadores revisados, defendem o uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências como subsidiadoras entre o

conhecimento cotidiano e o científico, destacando a importância dessas ao mencionarem inúmeras vantagens, consideravelmente relevantes como estratégias didáticas.

Com o fim de reduzir o distanciamento entre a linguagem científica e a escolar ao deixar o mais acessível possível a alfabetização científica por meio das analogias, auxiliando assim na transposição do conhecimento erudito, para um saber a ser entendido (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001), temos ainda como vantagens:

- a)** Despertam o interesse e a afetividade ao envolverem o educando, pois o saber preexistente é valorizado;
- b)** Na busca de argumentos que invalidem o uso como ferramenta didática, constitui-se no desenvolvimento de habilidades que resultem em discussões contra e a favor dos modelos e teorias (OLIVA, et al. 2004);
- c)** Ativam o raciocínio analógico, ao desenvolverem a capacidade cognitiva, aguçam a criatividade e a tomada de decisão;
- d)** Permitem a elaboração de percepções alternativas, isto é, a aplicação de comparações ou algo similar, bem como prever determinados eventos;
- e)** Podem ser usadas na avaliação e compreensão do conhecimento pelos educandos (DUARTE, 2005).

Assim percebemos que muitos pesquisadores recomendam o uso planejado e sistematizado das analogias no ensino de Ciências para subsidiar na compreensão e reconstrução do conhecimento científico como estratégias didáticas e conceituais, por contribuir e favorecer na aprendizagem. Tais recomendações preferimos

também tomá-las na utilização de metáforas, uma vez que não encontramos artigos publicados na literatura sugerindo o uso destas como ferramentas didáticas.

Mas quais seriam os critérios de seleção que poderiam ser estabelecidos para o uso de analogias e que conseqüentemente poderíamos tomar também para as metáforas, como ferramentas didáticas, de modo a facilitar na escolha ou elaboração das mesmas com o fim de facilitar a aprendizagem no ensino de Ciências? Observamos na literatura a presença de alguns critérios pertinentes, (OLIVA, et al. 2001), a saber:

- A analogia deve ser mais familiar e acessível ao saber científico e o aluno deve estar o mais familiarizado possível, isto é, a analogia ou a metáfora necessita ser conhecida pelo educando;
- A analogia deve ser concreta, sendo suscetível a imagens aproximativas que se deseja trabalhar, pois são importantes, todavia são exploradas ainda de maneira muito tímidas;
- A análise de semelhança entre o conhecimento científico e o analógico não deve ser longa e nem pequena, pois o aluno pode se confundir. Se o objeto de estudo e o análogo são muito distintos, os alunos podem sentir dificuldades no momento e buscarem as semelhanças;
- Deve-se evitar o emprego de analogias a alunos que possuam concepções alternativas, isto é, fazem uso das mesmas na busca de entender o conhecimento científico. Este possui linguagem abstrata e particular em que na maioria das vezes os educandos não estão habituados a utilizarem. Desse modo poderá acarretar transferência ou substituição de forma errônea entre o recurso didático-analógico e o conhecimento científico.

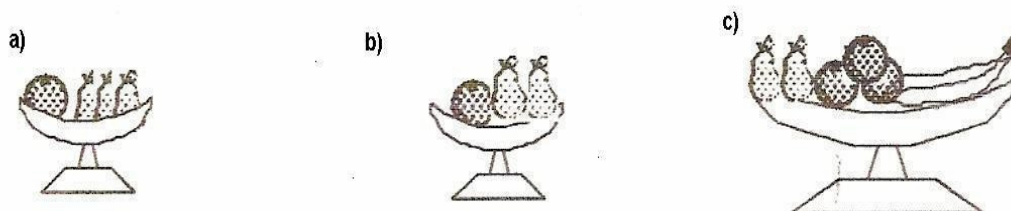
Entretanto, ficamos a perguntar em que modelo poderíamos nos fundamentar, para a utilização destas como estratégias didáticas, à medida que são pertinentes, são também perniciosas, se não forem empregadas devidamente, uma vez que não dispomos de algo que seja possível servir de norte para empregá-las, de maneira aproximativa com relação ao que encontramos na literatura. Vemos a seguir

(Quadro 2) uma analogia concreta entre a estrutura atômica e a fórmula química, com fim de facilitar a aprendizagem, em que foram usados materiais pertencentes ao cotidiano da maioria dos alunos, mesmo se alguns dos elementos não forem, será possível substituí-los por algo que seja:

- 1) As substâncias puras são formadas por apenas um tipo de molécula. Esta é caracterizada por um agrupamento de átomos. A fórmula de uma substância indica o tipo e o número de átomos que constitui a molécula. A composição de cada molécula se representa de forma parecida como se poderia representar mediante símbolos contidos em uma cesta de frutas:



Utilizando os símbolos correspondentes a cada uma das frutas representa mediante uma fórmula a composição de cada cesta:



- 2) Indique agora o conteúdo de algumas cestas de frutas que estão representadas mediante fórmula:

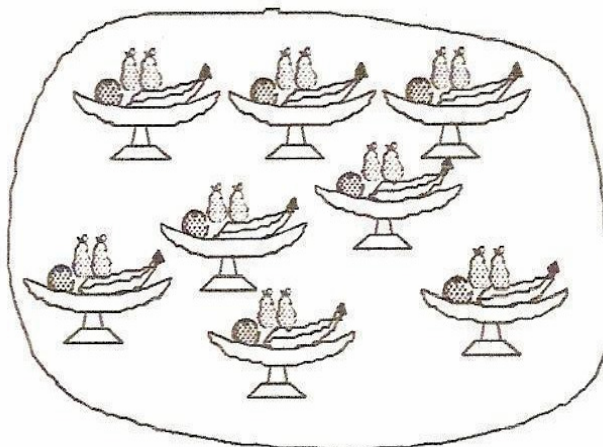
a) P 2 L 3

b) B 2 L

c) PL3B

- 3) Indique algumas semelhanças encontradas entre a cesta de frutas e as moléculas. A partir do desenho as moléculas que representam as seguintes fórmulas: H₂O (água), CO₂ (dióxido de carbono), NH₃ (amoniaco), C₆H₁₂O₆ (glicose).

- 4) O conjunto de figuras pode ser representada mediante a fórmula P3LB, que é a composição de cada uma das cestas de frutas constituídas:



Seguindo o mesmo raciocínio represente as substâncias: água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), amoniaco (NH₃).

- 5) Indique algumas diferenças encontradas entre a cesta de frutas, as moléculas e entre a composição do conjunto de frutas da atividade anterior, bem como a composição das substâncias puras.

Quadro 02: Seqüência analógica para aprendizagem de aspectos distintos relacionados com a teoria atômica e a fórmula química (fonte: OLIVA, et al, 2001).

Notadamente durante a nossa vivência, vimos que ao ser abordado o conteúdo teoria atômica, os alunos sentiram dificuldades para compreenderem a representação dos átomos, por meio das fórmulas moleculares e iônicas. Acreditamos que ao ser oportunizado a interface entre o saber cotidiano, na forma de analogias, como as que foram usadas no quadro 02 e o conhecimento científico, seriam ferramentas facilitadoras na aprendizagem.

Observamos que Oliva et al. (2001) não mencionam neste modelo para utilização da analogia nenhum símbolo químico, elemento químico, substância química, de caráter simples, composta, ou até mesmo fórmulas moleculares constituídas por qualquer um destes, mas procura, através da estratégia conceitual, introduzir o conhecimento científico, ao auxiliá-lo por meio do conhecimento que os educandos dispõem do meio que vivem. Para isto, Oliva et al (2001) utilizam frutas pertencentes ao saber conhecido. Somente a partir da questão três é que se começa incluir o saber científico, ao fazer menção do conhecimento científico utilizado.

Um outro modelo que poderia servir de referencial ao uso das analogias, que também entendemos poder ser apto no uso das metáforas é o modelo TWA (Teaching With Analogies), que foi proposto por Glynn (1991) e que inicialmente foi baseado em inúmeros livros didáticos, onde posteriormente estes fizeram trabalho de campo, observando aulas de professores considerados exemplares (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2003). A partir do cruzamento das informações adquiridas nas aulas e nos livros didáticos, estes autores puderam estabelecer seis critérios a serem observados por quem almeja ensinar por analogias:

- Introduzir o assunto-alvo (o conhecimento científico);
- Sugerir o análogo;
- Identificar as características relevantes do alvo e análogo;
- Mapear similaridades;
- Indicar onde a analogia falha;
- Esboçar conclusões.

Tal modelo foi modificado por Harrison e Treagust (1994) com o objetivo de sistematizar as concepções alternativas e otimizar a compreensão dos

conhecimentos científicos pelos educandos e que ao serem utilizados por professores, necessariamente não precisam ser seguidos na ordem disposta (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2003):

1. Introduzir o assunto-alvo ou o novo conhecimento a ser estudado. Utilizar uma breve ou abrangente explanação, do conceito a ser abordado na aula.
2. Apresentar aos educandos a analogia. Promover discussões, estimulando a familiaridade dos educandos com o análogo, bem como sugerir a utilização das mesmas.
3. Identificar as características importantes do análogo. Explicar a analogia e identificar suas características mais relevantes com rigor, no intuito de saber dos educandos, quais as familiaridades que eles possuem com o análogo usado, isto é, se este faz parte do cotidiano dos mesmos.
4. Mapear as similaridades e/ ou comparações entre o conhecimento científico e o análogo. Os professores auxiliando os educandos procurarão identificar as características mais importantes entre o conhecimento científico e o análogo, isto é, diagnosticar os pontos de semelhanças entre o alvo e a analogia.
5. Após o mapeamento das idéias analógicas, o professor poderá identificar as falhas das analogias empregadas, isto é, terá conhecimento das concepções errôneas que os alunos possam ter desenvolvidos e apontar onde o análogo e o conhecimento científico não são correspondentes.
6. A aula poderá ser sintetizada por meio de um esquema conclusivo, na qual o conhecimento científico poderá ser descrito de forma resumida, com relação aos aspectos mais relevantes do alvo.

Em Terrazzan et al. (2003), podemos encontrar um exemplo de uma atividade proposta para o ensino de Química, pautada de acordo com o modelo TWA para o uso de analogia. Esta é delineada basicamente respeitando-se as divisões em que a disciplina de Química é disposta no ensino médio: Química Geral, Físico-Química

e Orgânica. São disponibilizadas três atividades, conforme as divisões temáticas apresentadas para o estudo do ensino médio:

	Assunto	Alvo	Análogo
Química geral	Cálculo estequiométrico.	Reação química	Receitas culinárias
Orgânica	Colisão eficazes e não eficazes.	Colisões eficazes e não eficazes entre moléculas de reagentes.	Colisão entre dois veículos.
Físico-química	Conceito de isomeria	Compostos químicos que possuem a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais.	Palavras diferentes que são escritas utilizando um mesmo conjunto de letras.

Quadro 03: Proposta de atividade baseada no modelo TWA modificado

Esta atividade segue o modelo TWA modificado, em que o assunto-alvo é apresentado, isto é, o conteúdo, o que fundamenta o mesmo e o análogo, correspondendo ao primeiro item do modelo. Vale salientar que Terrazzan et al. (2003), não aborda como aplicou esta atividade em sala de aula, uma vez que apenas catalogou as analogias presentes nos livros de Ciências da Natureza e sugeriu o exemplo proposto no quadro 03.

Tais perspectivas poderiam servir como guia a autores de livros didáticos. Entretanto, esses as ignoram, talvez por desconhecimento das pesquisas (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2003a; OLIVA et al. 2001) que recomendam o uso de analogias e metáforas como subsidiadoras para o conhecimento científico, ou ainda por acharem ser conveniente assim não utilizá-las.

Apesar da escassez de trabalhos relacionados ao ensino de Química, abordaremos a seguir sobre algumas pesquisas relevantes que enfocam o uso de analogias e metáforas nessa área.

2.4 Analogias e metáforas nas pesquisas relacionadas ao ensino de Química e o livro didático

Ao buscar na literatura pesquisas que enfoquem o uso de analogias e metáforas no ensino de Química, vimos que poucos são os trabalhos que investigam e estimulam a utilização destas como estratégias didáticas para o conteúdo de ligações químicas. Tal afirmação pudemos encontrar em Duarte (2005) e Terrazzan et al. (2003) que remetem o uso mais comum de analogias às disciplinas de Física e Biologia, sendo raras em Química. Essas situações nos sensibilizaram a investigar sobre estas questões no ensino das ligações químicas, com a finalidade de facilitar a compreensão deste conteúdo que possui um alto nível de abstração, contribuindo também para a compreensão do ensino da disciplina de Química.

Diante do exposto, abordamos de maneira breve os artigos de Química que tivemos acesso. Esses artigos contemplam as seguintes questões:

Em Carvalho e Justi (2005), vimos uma investigação relativa à aplicação do modelo analógico do mar de elétrons encontrados em livros didáticos consideravelmente empregados pelos professores e as possíveis dúvidas dos alunos do ensino médio.

Com uma amostra de cento e oitenta alunos do primeiro ano, de escolas públicas, Carvalho e Justi (2005) constataram que os educandos sentem dúvidas e que acabam por internalizar o conteúdo de ligações metálicas de maneira equivocada, diante da aplicação da analogia do mar de elétrons. As autoras ressaltam que tal analogia não é de boa qualidade e recomendam outras que poderiam ser elaboradas e empregadas ou que a esta poderia ser utilizadas outras como auxiliares que pudessem assim explicá-la de forma mais adequada.

Dessa maneira, percebemos que o uso da analogia do mar de elétrons, se tornou de caráter histórico, pois muitos livros didáticos para o ensino médio, os mais comumente usados (FONSECA, 2003; SARDELA, 2005; USBERCO, SALVADOR, 2005) pelos professores que colaboraram na elaboração do nosso trabalho, apresentam essa abordagem.

Isso nos indica, ao tomarmos como fundamento os argumentos que discutimos anteriormente sobre o que pudemos ver em Carvalho e Justo (2005),

que o uso da analogia do mar de elétrons refletirá sobremaneira na prática do professor, pois será empregada sem que ocorra a devida reflexão, porquanto receberá o tratamento de conhecimento científico e não como um subsídio ou intermediário a aprendizagem. Tal abordagem reforça nosso pensamento com relação à necessidade de ser intensificada as pesquisas na disciplina de Química, quanto ao uso de analogia e metáforas como ferramentas ou modelos didáticos para o ensino, em particular para o conteúdo de ligações químicas.

Ainda, Mendonça e Justi (2005) fizeram uma abordagem investigativa para observar os possíveis modelos explicativos elaborados por alunos de ensino médio, sobre as ligações iônicas. O modelo elaborado pelos educandos deveria respeitar o que se reporta ao conhecimento científico, isto é, relacionar-se diretamente ao saber desconhecido.

Sendo assim, a professora assumia apenas o papel de facilitadora, em que apenas instigava os alunos a pensarem sobre cada situação proposta por eles, se as mesmas respeitavam todas as condições que um modelo de ensino deveria considerar para que fosse de modo a facilitar o entendimento.

Mendonça e Justi (2005) ressaltar a importância de os modelos de ensino serem abordados nos cursos de formação de professores, com a intenção de proporcionarem ao futuro professor uma postura investigativa e a estimular os educandos na elaboração, discussão e refutação de modelos ou representação do conhecimento científico.

Ao nosso olhar, as analogias e metáforas podem ser modelos facilitadores para o ensino-aprendizagem do ensino de Química sendo muito bem aproveitadas como tal. Além do mais, não encontramos na literatura algo que se aproxime ao que nos propomos investigar, isto é, o uso de analogias e metáforas como ferramentas ou estratégias didáticas nas aulas de ligações químicas por professores de Química.

Dentro desse contexto, Justi e Monteiro (2000) fizeram um levantamento das analogias empregadas nos livros de Química do ensino médio brasileiros, editados entre 1993 e 1999, observando que as analogias usadas para as ligações químicas, ocupavam a terceira posição, enquanto que estrutura atômica e cinética respectivamente, a primeira e segunda.

Ao tomarmos como base o levantamento em questão para a escolha do conteúdo que observaríamos durante o trabalho de campo, preferimos optar pelas

ligações químicas, pois sobre o primeiro conteúdo, encontramos apenas um trabalho e entendemos que se olhássemos para este, não contemplaria a metodologia que adotamos seguir uma vez que o mesmo já havia sido visto pelos professores que permitiram a nossa investigação.

Com relação ao conteúdo de cinética, dificilmente é vivenciado no ensino público estadual, sendo difícil analisarmos se e como os professores de Química faziam uso das analogias e metáforas como ferramentas didáticas. Fato este que nos despertou a pesquisar de maneira mais aprofundada, como os professores as empregam nas estratégias didáticas para subsidiar à compreensão dos conceitos relacionados às ligações químicas no ensino médio.

Atualmente (OLIVA, et al. 2001), em alguns livros textos do ensino superior, bem como do ensino médio, há uma limitação no uso de analogias e metáforas para o conteúdo de ligações químicas e quando são empregadas, não se é feito qualquer comentário ou atividades que possam esclarecer a utilização desta para o fim pretendido. Fato este observado em estudos anteriores (OLIVA et al. 2001) em livros de Física e Química. Nos livros de ensino médio, ocorre uma limitação quanto ao uso de analogias e metáforas e quando são encontradas, ocorrem de maneira indiscriminada.

Ao observamos como os livros didáticos para o ensino médio (FONSECA, 2003; SARDELA, 2005; USBERCO, SALVADOR, 2005), adotados pelos professores que contribuíram com nosso trabalho, abordam o conceito de ligações químicas, percebemos que os mesmos não apresentam qualquer orientação ao professor ou esclarecimentos aos alunos na abordagem do conteúdo quando são empregadas as analogias e as metáforas. As mesmas, ao serem apresentadas no desenrolar do conteúdo, não são acompanhadas de qualquer explicação ou algo que possa alertar os leitores, que a ferramenta didática usada não é o conceito científico, mas que se trata de modelos de ensino, pois pode facilitar na aprendizagem, como também propor ao professor como utilizá-las no manual destinado a eles no final do livro didático.

Vimos que durante a pesquisa de campo, em entrevista, o P.02 afirma que boa parte das analogias empregadas durante as aulas são retiradas do livro didático (p. 91), fato este que comentaremos posteriormente nos resultados e discussões. Assim, podemos observar que os livros didáticos podem influenciar na metodologia

dos professores colaboradores do nosso trabalho, uma vez que os mesmos, elaboram suas aulas do livro didático.

Assim Oliva (2003) corrobora sobre a influência do livro didático na metodologia do professor. Comenta que os autores dos mesmos não oportunizam discussões que abordem tanto, os limites entre as analogias e o conceito científico, quanto à estruturação e elaboração de diferentes analogias que expliquem o mesmo fenômeno, por não incluírem atividades que ajudem a explorar o uso ou como instrumento de avaliação para os alunos.

Além do mais, de acordo com o nosso entendimento, as analogias nos livros didáticos de Ciências e, particularmente, os de Química, não devem ser vistos como algo pronto e acabado. Mas, que sejam proporcionadas discussões e reflexões, sendo a aplicabilidade na forma de estudo dirigido tanto para alunos quanto para professores, ou até mesmo inclua textos que complementem ou expliquem a analogia ou metáfora que fora utilizada para facilitar a compreensão de determinado conteúdo científico. De modo que ficam evidentes, quais os domínios análogos e quais as limitações, respeitando dessa forma a perspectiva construtivista em que esta ferramenta didática está inserida (OLIVA et al, 2001).

Diante de todo pressuposto mencionado anteriormente, vimos que se faz de suma importância mais pesquisas vinculadas ao uso das analogias e metáforas como ferramenta didática pelo professor de Química, no tocante as ligações químicas, de modo a investigar se a utilização dessas facilita ou não a aprendizagem dos educandos.

Sendo assim, pudemos perceber a relevância deste trabalho para o ensino de Química, bem como subsidiar a prática dos professores, uma vez que sinalizamos quais os possíveis caminhos metodológicos que os mesmos poderiam tomar por consulta, por meio do modelo TWA modificado e o modelo analógico apresentado no quadro 02.

A seguir comentaremos quais as contradições e desvantagens que as analogias e metáforas apresentam como recurso didático, analisadas de acordo com Bachelard (1996) e as possíveis conseqüências advindas pelo uso das mesmas como facilitadoras na aprendizagem.

2.5 Contradições e Desvantagens quanto ao uso das analogias e metáforas

Abordamos até o momento as vantagens quanto à utilização das analogias e metáforas como ferramenta didática, para subsidiar a aprendizagem nas Ciências da Natureza. Mas, nem todos os autores pesquisados as recomendam (ANDRADE, ZYLBERSZTAIJN, FERRARI, 2002; PÁDUA, 2004; DUARTE 2004), por considerarem que podem gerar entraves e obstáculos à aprendizagem dos educandos. Tais pesquisadores, que ao longo deste tópico citaremos de maneira sucinta, na maioria das vezes se fundamentam em Gaston Bachelard. Isto nos motivou a analisar as considerações de Bachelard relacionadas ao uso de analogias e metáforas em sua obra *O Espírito Científico*.

Nas últimas décadas, o uso de analogias e metáforas como conhecimento pré-científico para corroborar no processo ensino-aprendizagem foi duramente criticado, pois a empregabilidade destas, podem resultar tanto em consideráveis desempenhos negativos de ordem quantitativa, quanto qualitativa ao surgimento da construção do saber no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa em forma de bloqueios ou obstáculos epistemológicos e pedagógicos (ANDRADE, ZYLBERSZTAIJN, FERRARI, 2002).

Assim, percebemos a necessidade de compreendermos um pouco mais o que sejam os obstáculos e entraves epistemológicos. A etnologia da palavra obstáculos, de acordo com o Houaiss (2004), significa algo que impede ou atrapalha o movimento, a progressão de alguém ou alguma coisa, impedimento, empecilho, embaraço, resistência.

Segundo Bachelard (1996), as verdades a priori ou verdades primeiras, são inexistentes, isto é, as verdades iniciais devem ser (re)construídas a partir dos erros cometidos ou primeiros erros.

Sendo assim, o novo pensamento científico tem por pilares o risco e a dúvida, pois a certeza de uma ciência incontestável e infalível assume caráter anti-científico, por buscar a verdade através da ciência e acontecer por (re)construções, críticas e polêmicas, em que os primeiros obstáculos são os conhecimentos prévios ou senso comum que atrapalham a aquisição do novo conhecimento (PARENTE, 1990).

A valorização do erro ou a aprendizagem por refutação ocorre antes do saber por fazer parte da construção do conhecimento, pois para o aluno ter acesso a um nível de conhecimento mais elaborado e se aproximar assim da verdade científica. Bachelard (1996) considera o erro como ponto de partida, pois ninguém é vazio, isto é, desprovido de saberes. Tal conhecimento colide com o saber utilitário, isto é, o saber do senso comum (PARENTE, 1990).

Assim, para acontecer a construção do novo saber é necessária a ruptura com o conhecimento anterior, quer da ciência, quer do senso comum, pois, “a ciência deve ter sua temporalidade específica e proceder sempre por reorganizações, por rupturas e mutações, passando pela experiência de aceleração e recuos” (JAPIASSU, 1992, p.5)

As rupturas são constituídas por corte ou separação, com o intuito de impedir a confusão ou dúvida, por exemplo, a biologia estabelece a diferença entre os seres vivos e inanimados, na psicologia entre o indivíduo e a sociedade do seu meio. Bachelard (1996) definiu as rupturas epistemológicas de regras de separação.

Na elaboração do discurso sistemático e científico ocorrem rupturas entre o saber relacionado à linguagem cotidiana ou artesanal (que representa força afetiva) e o saber científico (que não possui força no discurso), procurando apagar assim as suas origens primeiras, isto é, o saber cotidiano. Este último apresenta o objeto, esquecendo-se do observado que tem sua postura subjetiva, pois esta somente acontece por seleções que desempenham interesses de ordem afetiva por um grupo social. Assim a ruptura epistemológica depende de certa visão de mundo e de uma sociedade, que foi historicamente construída, em função de interesses precisos, determinados e oriundos de decisões (LOPES, 1999).

Na filosofia histórica bachelardiana, encontramos consideráveis críticas quanto ao uso de analogias e metáforas de maneira abusiva, por muitos estudiosos dos séculos XVII e XVIII, que abordaremos a seguir.

Tais questões foram ressaltadas por Bachelard (1996), que foi o pioneiro ao alertar as contradições quanto ao uso indiscriminado de analogias e metáforas, bem como a empregabilidade da linguagem científica pertencente a outras ciências, com o fim de ilustrar ou até mesmo servir de estratégias para aprendizagem, ao subsidiar um novo conhecimento em uma área que não seja de origem que pertença o saber em uso. Pádua (2004) alerta ser nocivo para o educando, o uso de conceitos

científicos como uma analogia, pois contribuirá a distorções no tocante a internalização do saber, quando o conhecimento científico em uso não tenha sido construído de maneira efetiva:

Não se devem utilizar conceitos científicos como fonte já que, caso o conceito tenha sido aprendido de forma errônea, os próximos também o serão. Além disso, corre-se o risco de o aluno gerar concepções equivocadas. Duit (1991) salienta ainda que algumas áreas de conteúdo científico que são muito similares e que poderiam ser utilizadas como análogas, podem ser vistas como totalmente distintas pelos estudantes (PÁDUA, 2004, p. 9).

A formação dos bloqueios ou obstáculos epistemológicos é caracterizada por estagnação, regressão e inércia, que blindam a construção do saber científico impedindo a aprendizagem. Estes de acordo com o pensamento empirista ou ingênuo são classificados em: experiência primeira, conhecimento geral, verbal, conhecimento utilitário e pragmático, substancialista, animista e conhecimento quantitativo. Não nos deteremos em abordar cada um, mas somente os que observamos fazer aporte com o nosso arcabouço de investigação, haja vista a magnitude de tais obstáculos, pois na nossa concepção estes dariam uma tese (BACHELARD, 1996).

O obstáculo verbal é caracterizado por uma única palavra análoga que fundamenta ou resume uma teoria específica, intitulado como princípio da esponja. Esta assume inúmeras conotações e predicados, que representa o somatório de vários adjetivos, resultando em utilitarismo, pelo fato de causar falsa impressão que o fenômeno em análise instantaneamente foi explicado. A esponja promove consideráveis desvantagens quanto ao uso de imagens desajustadas, que dificultam a compreensão do conhecimento científico e que facilitam a formação de entraves na aprendizagem por tolher a criticidade, bem como proporcionar a passividade do educando na construção do saber científico. (BACHELARD, 1996).

Entendemos que todas as críticas de Bachelard (1996) ao princípio da esponja ou algo parecido que assumam conotações analógicas ou metafóricas, ocorriam por falta de planejamento, pois a investigação científica não era apresentada como um momento transitório.

De acordo com a literatura que tivemos contato, vimos que os obstáculos referentes ao uso de analogias e metáforas ocorreram por ausências de estratégia e

planejamento, bem como o devido esclarecimento que estas podem ser usadas no sentido de facilitar a construção do saber científico. Muitos estudiosos do século XVIII reforçavam o uso das analogias e metáforas de maneira equivocadas, pois estas assumiam nos seus relatos a postura de um saber não transitório e colaborador do saber científico:

Uma ciência que aceita as imagens é mais que qualquer outra vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas. Nas classes do curso elementar, o pitoresco e as imagens causam desastres desse tipo (BACHELARD, p.48, 1996)

Assim, de acordo com Bachelard (1996), as imagens analógicas e metafóricas ao retratar 'cópias fiéis' da realidade se transformam em esquemas gerais que permanecem, como se fossem a própria ciência em modo definitivo e não assumirem um papel transitório como estratégias didático-conceitual, onde constituíam um obstáculo muito grande na aquisição do conhecimento científico.

Bachelard argumenta que as analogias e metáforas contribuem para a não-ruptura entre o senso comum e o saber científico, por serem aplicadas estritamente como única forma de saber científico, contribuíram consideravelmente a estagnação, inércia, entrave ou obstáculo ao conhecimento, por proporcionarem a continuidade e/ou permanência e manutenção de tais conjecturas (BACHELARD, 1996).

O obstáculo animista é designado pelo uso inadequado dos reinos animal e vegetal, isto é, provenientes de natureza biológica, aos minerais, a fim de supostamente facilitarem a aprendizagem. No conhecimento pré-cientificista, do século XVIII, os estudiosos acreditavam que os minerais eram semelhantes ao reino animal e vegetal, pois possuíam capilares, colunas, aparelho reprodutor e até mesmo sentimento, para que assim fossem formados. Tal pensamento perdurou por muito tempo, pois quando alguém descobria algo, os demais seguiam, quando não, acrescentavam ao que já se havia descoberto. A criticidade científica, praticamente era inexistente, pois:

O que mostra com clareza o caráter mal colocado do fenômeno biológico é a importância conferida à noção dos três reinos da natureza e o lugar predominante que é dado aos reinos vegetal e animal em comparação com o reino mineral. Não é raro ver químicos afirmarem que as matérias vivas são mais simples que as matérias inertes (BACHELARD, p.186, 1996).

Químicos ilustres que viveram em meados dos séculos XVIII e XIX, tinham forte tendência a estudar a matéria, sendo contaminados pelo animismo, tais como Berzelius e Lavoisier, que paralelamente as análises minerais que faziam alternavam as amostras de compostos orgânicos, como ceras, carne e azeite (BACHELARD, 1996).

Entendemos que Bachelard tinha razão em protestar contra o uso das analogias e metáforas da maneira como aconteciam no século XVIII, pois eram tidas como o próprio conhecimento científico, por somente retratar ingenuidade e a estagnação do espírito científico. Bachelard cita um estudioso da época, Robinet, em seus devaneios sobre os minerais:

Os minerais têm todos os órgãos e todas as faculdades necessárias à conservação de seu ser, isto é, à nutrição. Não dispõem da faculdade de locomoção, tanto quanto as plantas e alguns animais de conchas como a ostra e marisco. Isso porque não precisam ir em busca de animais, o qual vem até eles. Essa faculdade, longe de ser essencial à animalidade, é nos animais que a possuem, apenas um meio de contribuir para sua conservação... de modo que aqueles que não a têm podem ser vistos como seres privilegiados, visto que com um meio a menos realizam a mesma finalidade...Estarei enganado, depois dessas observações, em considerar os minerais como privilegiados e esse respeito, já que, sem mudar de lugar, eles encontram alimento ao alcance de seus sugadores? Se lhes faltar alimento, eles se ressentem e se enfraquecem, e não há dúvida de que sentem a dolorosa sensação de fome e prazer quando a satisfazem... Se (o alimento) estiver misturado, eles sabem tirar o que lhes convém e rejeitar as partes impróprias: de outro modo, nunca ou quase nunca seria formado o ouro perfeito nem o diamante transparente. Aliás, eles possuem, como os outros animais, os órgãos internos necessários para filtrar o alimento, destilá-lo, prepará-lo e conduzi-lo a todos os pontos da substância que os forma (ROBNET apud BACHELARD, p. 198, 1996)

Nem mesmo o microscópio resultou na modificação consciente das imagens, analogias e metáforas. A descoberta de um mundo oculto somente resultou no reforço ao uso do animismo.

Os problemas referentes ao surgimento de obstáculos e entraves epistemológicos ainda são temas muito atuais e sugestivos para investigação. As possíveis dificuldades e desvantagens, que resultam no surgimento de obstáculos à aprendizagem, bem como a superação quanto ao uso de analogias como estratégias didáticas, dependem de como são utilizadas pelos professores (COLL, TAYLOR, 2006). Citaremos algumas desvantagens quanto ao uso de analogias que encontramos no decorrer da revisão bibliográfica (ANDRADE, ZYLBERSZTAIJN, FERRARI, 2002; PÁDUA, 2004; BACHELARD, 1996; DUARTE 2004; OLIVA et al,

2001), as que percebemos serem mais críticas e pertinentes que poderão acontecer no universo da sala de aula, quando são utilizadas pelo professor, sem que haja planejamento:

- a)** Os alunos podem aprender a analogia ao invés do conhecimento científico, por estas serem aplicadas com um fim em si mesma e não ser apresentado os pontos deficientes, assim como os limites de aplicabilidade das mesmas (OLIVA et al, 2001);

- b)** Os alunos para entender as analogias, podem necessitar de um conhecimento intermediário para interpretar a realidade em que elas estão inseridas (OLIVA et al, 2001);

- c)** Os alunos somente interpretam as analogias menos sofisticadas (OLIVA et al, 2001);

Tais perspectivas somente corroboram no surgimento de obstáculos e entraves epistemológicos no ensino de Ciências, particularmente o ensino de Química; sendo utilizadas as analogias e metáforas sem que ocorra planejamento prévio, sem que se procure diagnosticar dos educandos quais os conhecimentos prévios que dispõem relacionados as mesmas, bem como conscientizá-los que a analogia ou metáfora empregada, trata-se de uma estratégia para facilitar a compreensão do conhecimento desconhecido, isto é, o científico e assim possam subsidiá-los a aprender; desde que diferenciem a analogia do próprio conhecimento científico.

Duarte (2004) argumenta que as analogias podem ser interpretadas como um saber definido e não um facilitador na aprendizagem, não se alcançando o fim que é a abordagem de conhecimento científico. Fato este confirmado por Souza, Justi e Ferreira (2005), ao analisarem como os alunos do primeiro ano do ensino médio, percebem o uso de analogias propostas pelo livro didático e reproduzidas pelos professores, quando da utilização do pudim de passas e o sistema solar,

respectivamente nas abordagens dos modelos atômicos de J.J. Thomsom e Niels Bohr.

De acordo com os pesquisadores Souza, Justi e Ferreira (2005) um número considerável de alunos, não compreenderam o uso das analogias, no tocante a facilitar a compreensão dos modelos para o átomo.

Isto confirma que a aplicabilidade indiscriminada das analogias e metáforas, contribuem na formação de obstáculos epistemológicos, pois tanto educandos, quanto professores não assumem um posicionamento crítico em relação ao caráter provisório dos modelos científicos apresentados nos livros textos, que neste caso é representado pelo livro de ensino médio; postura esta que é interpretada pelos autores por ser oriundas da escola tradicional. Assim constitui-se de fundamental relevância ações que possam nortear a aplicabilidade de modo a facilitar a aprendizagem dos educandos (SOUZA, JUSTI, FERREIRA, 2005).

Em Bachelard (1996) observamos que o autor limitou o uso das analogias e metáforas para subsidiar a formação do conhecimento científico, encontramos na obra *A formação do espírito científico científico*, um relato extensivo de fatos históricos que descrevem uma continuidade científica quanto ao uso excessivo destas presentes em livros do século XVII e XVIII.

Entretanto, Bachelard não descarta completamente o uso das analogias e metáforas, como saber a ser aplicado para subsidiar o conhecimento científico e sua especificidade (MORAES, 2000; LOPES, 1999): “Bachelard não é totalmente contra o uso de metáforas, mas contra o uso abusivo das imagens usuais. Ele critica o uso de metáforas quando passamos a nos agarrar demasiadamente nelas e não sentimos mais necessidade de explicações” (MORAES, 2000, p. 90).

Quando questionado por um jornalista, já no final de sua vida, sobre determinado assunto, Bachelard fez uso de uma analogia: “(...) o senhor manifestamente, vive em um apartamento e não em uma casa” (FOUREZ, p. 22, 1995), pois essa última possui sótão e porão.

O sótão representa viver a procura de significados da existência através de elementos filosóficos como a poesia, a arte e a religião. O porão é o olhar nos fundamentos da psicologia ou da sociologia de nossa existência e buscar distinguir nos condicionamentos o que oprime ou libera. Entretanto, segundo esta analogia,

quem se detém no sótão ou no porão é considerado pouco equilibrado. Já o apartamento retrata a *limitação* das idéias e da imaginação (FOUREZ, 1995).

Assim, existem até mesmo discussões quanto à existência de boas ou más analogias e metáforas, desde que seja de maneira responsável, isto é, que façam parte do contexto de quem as ouve e quando aplicadas no âmbito escolar, além de ser observado os conhecimentos prévios dos educandos, sejam planejadas pelos professores, para que dessa forma possam auxiliar na (re)construção do conhecimento pelos alunos, como anteriormente discorreremos (LOPES, 1999).

Contudo, acreditamos se fazer urgente investigar quais as contribuições que as analogias e metáforas podem acarretar na construção do conhecimento científico, mais especificamente no universo da sala de aula; se quando utilizadas pelo professor e quanto as possíveis fontes de inspiração, se são considerados os conhecimentos prévios dos educando como formas de conhecimentos analógicos para transposição didática¹ do conhecimento, entre outras questões.

Acreditamos ser relevante a aplicação das analogias e metáforas, na compreensão e construção dos modelos científicos atuais para as ligações químicas; tais problemas acontecerão se forem usados indiscriminadamente e sem o devido planejamento que dificultaria na aprendizagem significativa dos educandos.

A seguir, enfocaremos os principais conceitos relacionados ao conteúdo de ligações químicas abordados nos livros de ensino superior.

2.6 O conceito científico das ligações químicas

Neste tópico abordaremos os modelos científicos relacionados ao conteúdo ligações químicas, ressaltando o uso didático das analogias e metáforas nos livros

1. segundo Houaiss (2004) significa: [...] ato ou efeito de transpor-se – alterar a ordem de colocação, transferir, adaptação, sinonímia de deslocamento. De acordo com as leituras feitas (MENEZES, 2006; ASTOLFI, DEVELAY, 1990; PAIS, 2001). compreendemos que transposição didática é a arte de transformação ou criação do conhecimento científico em um saber entendido, que seja possível sua popularização no âmbito escolar.

de ensino superior, bem como a sua contribuição para construção científica deste conteúdo.

Quando se fala em ligações químicas quase sempre é associado a estas, compostos moleculares e iônicos, que fazem parte do cotidiano e das primeiras alfabetizações científicas, por exemplo, H_2O , a água e o $NaCl$, o cloreto de sódio, conhecido popularmente por sal de cozinha.

As ligações químicas surgiram pela necessidade de se buscar entender o porquê de compostos como a água serem constituídos por radicais de H e HO, ou ainda até mesmo por se buscar fazer compreender o sentido da palavra radical, que antecede a teoria das ligações químicas (MAHAN, MYERS, 1995). Mas o que são as ligações químicas? Em que situações são empregadas? Há alguma diferenciação ou classificação destas? São perguntas que busquemos responder no decorrer deste trabalho.

As ligações químicas são caracterizadas pela união entre os átomos. Nesta é observado um abaixamento de energia entre os átomos envolvidos. De acordo com ATKINS (2001), para que isso ocorra é necessário:

- a) Que o arranjo entre os núcleos e seus elétrons passem a apresentar *menor* energia do que quando os átomos se encontravam separados;
- b) Ao ocorrer à *transferência* completa ou total entre um ou mais elétrons envolvidos, a energia seja alcançada, havendo a formação de *íons*, que sejam mantidos pela atração dos mesmos;
- c) Se o abaixamento de energia for alcançado por meio de um *compartilhamento* de elétrons, os átomos serão formados através de união, com formação de moléculas.

Assim para ocorrer as ligações químicas se faz necessário acontecer mudança de energia entre os átomos envolvidos, para então haver a formação de compostos químicos, onde esses fatores estão relacionados com as mudanças na posição dos elétrons na camada mais externa dos átomos, também conhecidas por camada de valência.

A palavra *valência* vem do latim *valere*, que significa ser forte. Está relacionada à capacidade de formação de ligações químicas (BROWN, LEMAY, BURSTEN, 1999). Os átomos, de acordo com a necessidade, compartilham os

pares eletrônicos, provenientes de cada *radical* (univalentes - capazes de formar uma ligação química).

As ligações químicas são classificadas em: covalentes, iônicas, e metálicas, onde apenas as duas primeiras, seguem por sua vez a regra do octeto.

2.6.1 A teoria de Lewis: regra do octeto

A regra do octeto foi proposta em meados de 1901-1902 pelo químico americano Gilbert N. Lewis (1875-1946) quando na ocasião da ministração de uma aula no curso de química, Lewis sentiu a necessidade de (re)construir com seus alunos o conhecimento científico da tabela periódica. Ao buscar estratégias didático-conceituais ou modelos de ensino, concluiu de modo análogo que a disposição dos elétrons nos átomos seria semelhante a um cubo (figura 01). Assim, a analogia contribuiria na compreensão da tabela periódica, pelo fato dos elétrons serem agrupados em oito, como a vértices do cubo (MAHAN, MYERS, 1997):

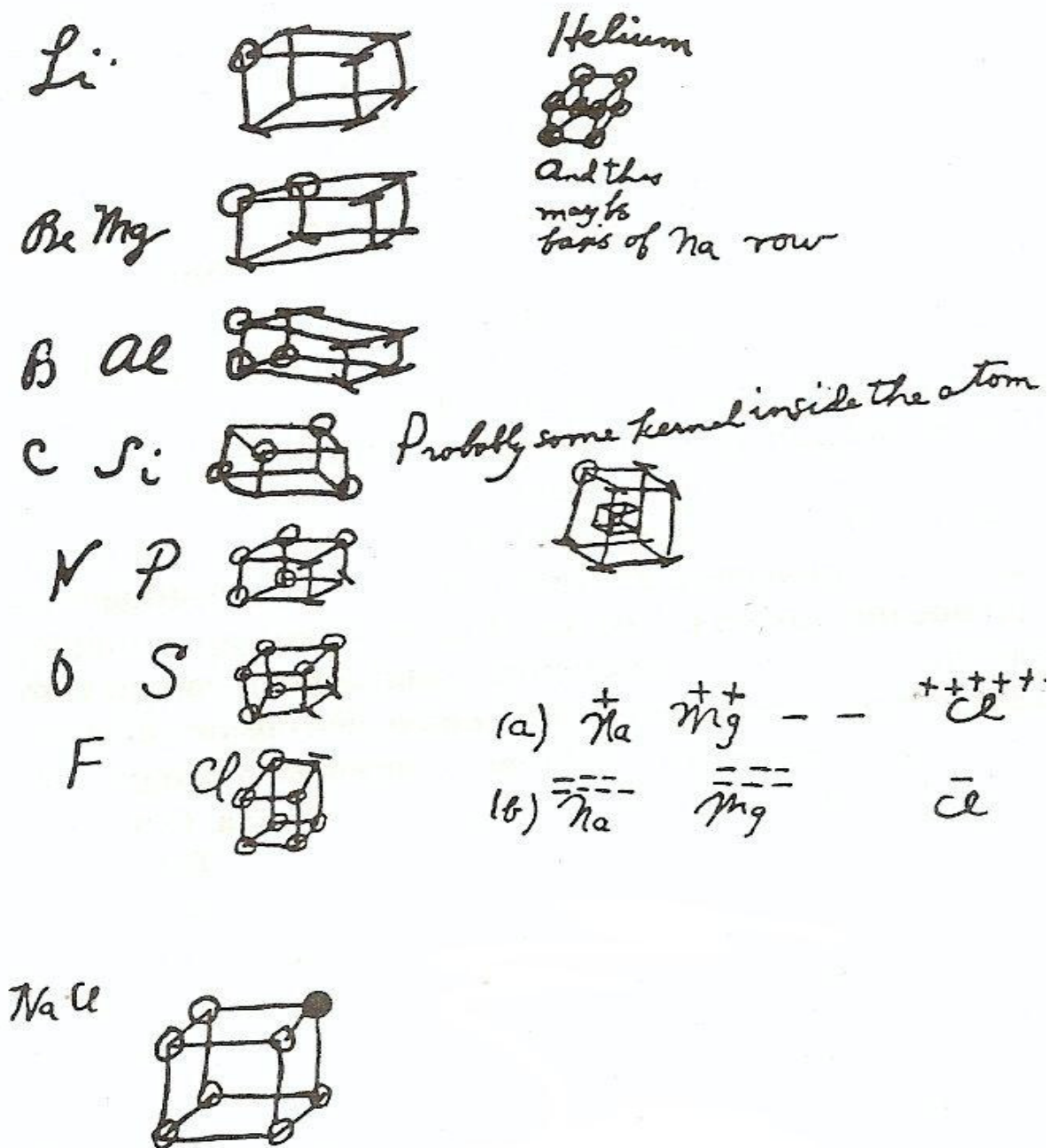


Figura 01: Manuscrito de Lewis, formulado em uma aula de tabela periódica para o primeiro diagrama de elétrons em 1902.

Fonte: MAHAN, MYERS, 1995, p. 145, apud De G. N. Lewis, Valence and Structure of and Molecules. New York: Dover, 1996. Publicação originalmente em 1923.

Historicamente, as representações eletrônicas (figura 01) antecedem até mesmo a descoberta da primeira partícula do átomo, o elétron, por J.J. Thompson em 1897. Lewis conjecturou que os átomos dispostos apresentavam um elétron a mais com relação ao anterior, fato este em acordo com a organização da tabela

periódica. A suposição desse modelo expresso foi confirmada até a publicação da metodologia que aplicara na sala de aula.

Em 1916, o modelo expresso que Lewis elaborou através de pontos para representar os elétrons por meio da representação de diagramas estruturais, estava em *conformidade* também com as descobertas de Rutherford e Bohr. O modelo científico formulado por eles para o átomo, falava sobre a descoberta que os elétrons não são estacionários, pois pensavam que desempenhavam uma trajetória circular e idealizavam um modelo atômico que analogicamente comparavam a um sistema planetário. Lewis externou as idéias descobertas sobre o elétron com trajetória circular ao núcleo, para dispor os elétrons nos elementos atribuindo assim os pontos da representação, ou modelagem consensual que idealizou e formulou na tentativa de também ter como referencial o modelo planetário para o átomo, conforme a figura 02 (MAHAN, MYERS, 1995).

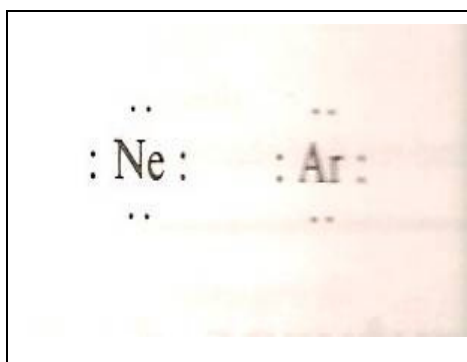


Figura 02: Representação eletrônica de Lewis para os átomos em conformidade ao modelo planetário

Fonte: MAHAN, MYERS, 1995, p.146.

A teoria de Lewis é comumente conhecida como regra do octeto, a qual passou de modelo expresso que ele externou em uma aula, para um modelo científico que perdura até o presente, apesar de apresentar algumas limitações que não entraremos no mérito. Ela estabelece que os átomos tendem a ganhar ou perder elétrons até que existam *oito* elétrons em sua última camada de distribuição eletrônica (BRADY, HUMISTON, 1996). O número positivo ou negativo faz menção às valências positivas ou negativas respectivamente (veremos posteriormente quando as ligações iônicas e covalentes forem abordadas), quando os átomos

ganham, perdem ou compartilham elétrons, formando as ligações químicas. O hélio, He, e o hidrogênio, H, são exceções a esta regra, sendo vistos como particularidades.

Entretanto, nem todos os elementos obedecem à regra do octeto, pois podem apresentar tanto, muito mais que oito elétrons, quanto menos que tal quantidade na camada de valência, principalmente os mais densos da tabela periódica, a exemplo do S, N, P, B, Be, que possuem o octeto expandido para os três primeiros; e incompleto para os três últimos, respectivamente.

A seguir discorreremos sobre o conceito de ligações moleculares ou covalentes.

2.6.2 Ligações covalentes

As ligações covalentes ou representações de caráter moleculares são caracterizadas pela união entre os átomos através do compartilhamento de elétrons. Esta acontece entre átomos que apresentam alta energia de ionização, isto é, os átomos que têm as características ametálicas, que estão descritas no recorte da tabela periódica (figura 03 e 04) e formam o bloco dos elementos que possuem configuração eletrônica da camada de valência em p :

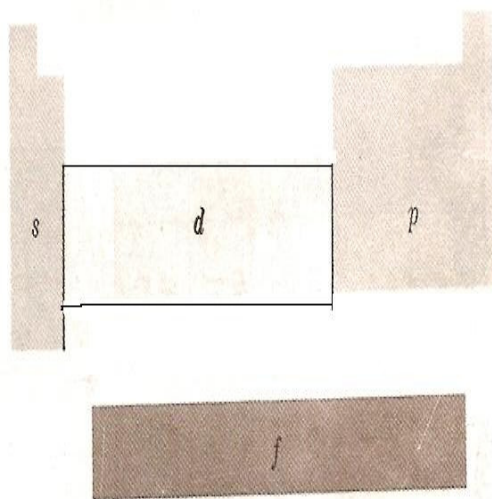


Figura 03: Blocos das configurações eletrônicas por famílias ou grupos (MAHAN, MYERS, 1995, p. 145)

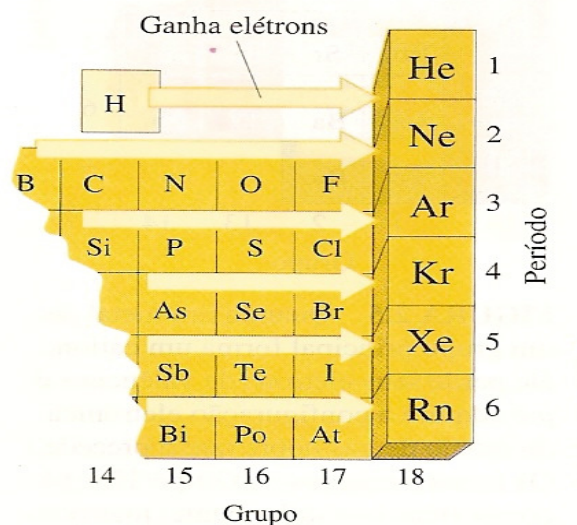


Figura 04: Grupos ou famílias de ametais que tendem a ganhar elétrons (ATKINS, 2001, p. 185, 186).

Lewis, em 1916, propôs o modelo molecular que “uma ligação covalente é um par de elétrons compartilhado por dois átomos” (ATKINS, 2001, p.187). Mas, *quais as condições necessárias para acontecer as ligações covalentes?* Para BRADY, HUMISTON (1996), o que constitui uma ligação molecular é a força de ligação que resulta na atração entre elétrons e os núcleos positivos dos átomos que participam da ligação. Ainda, a alta *energia de ionização* dos átomos e as *interações eletrostáticas* entre os elétrons e os núcleos, proporcionam a formação de moléculas, pois de acordo com a natureza que cada átomo apresenta em ganhar elétrons da camada de valência, passam a formar pares de eletrônicos, onde cada um disponibiliza um elétron, de modo que os mesmos não serão mais transferidos totalmente e sim compartilhados, pois a união será mantida, por meio das interações (ATKINS, 2001). Assim o novo par de elétrons será formado, onde nem um e nem o outro átomo, irá precisar da energia de ionização, por ter ocorrido o compartilhamento e conseqüentemente o surgimento de uma nova molécula, conforme o diagrama analógico a seguir:

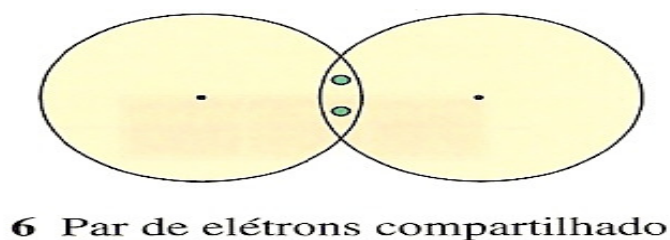


Figura 05: Modelo molecular para o compartilhamento de átomos

Fonte: ATIKINS, 2001, p. 188.

As representações da figura 06 e a figura 07 representam a formação de um par de elétrons compartilhado, onde cada átomo disponibiliza um elétron para formação de um composto molecular. Por exemplo, dois átomos de flúor, que possuem a natureza ametálica, apresentam sete elétrons na camada de valência e alta energia de ionização. Através do compartilhamento eletrônico e das interações eletrostáticas é possível, em conformidade com a regra do octeto, que ocorra a formação da molécula do gás flúor:

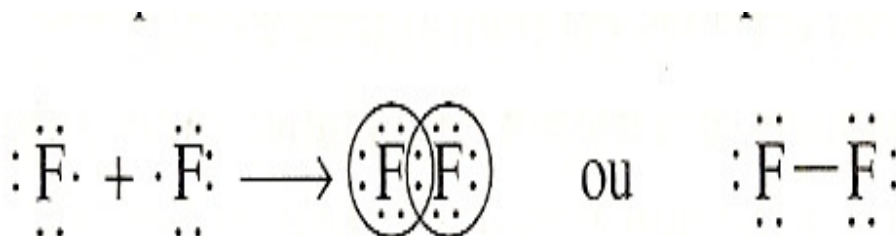


Figura 06: Modelo molecular do gás flúor.

Fonte: ATIKINS, 2001, p. 187.

Então os átomos compartilham simultaneamente o par eletrônico, o que atualmente é conhecida como a estrutura de Lewis. Nome dado em homenagem a

Para acontecer o modelo científico das ligações covalentes os átomos que são classificados por *ametais*, tendem a apresentar dois ou oito elétrons na camada de valência, onde a força de ligação contribui para que o composto molecular seja mantido e haja a formação de um par eletrônico. Os átomos do par eletrônico corroboram na formação de um novo composto molecular, ficando dessa maneira estáveis. Através do compartilhamento de seus elétrons de valência, sem que ocorra a transferência total de elétrons dos mesmos.

Assim, quando não é possível que os mesmos compartilhem de maneira igualitária, ocorrerá a adoção completa de um dos elétrons participantes na formação do composto, caracterizando dessa forma as ligações eletrovalentes, que abordaremos a seguir.

2.6.3 Ligações iônicas ou eletrovalentes

O que influencia a formação de um composto iônico?

Segundo BRADY, HUMISTON (1996) “o que causa a formação de uma ligação iônica é a diminuição de energia das partículas que se ligam para formar o composto”, p. 119, culminando na estabilidade eletrônica para os átomos envolvidos. O referido autor recorre ao uso de uma analogia na tentativa de facilitar a compreensão e auxiliar na construção de um modelo didático para as ligações iônicas, quando afirma:

[...] uma régua em pé sobre uma das extremidades tende a cair. No processo, sua energia potencial decrescerá atingindo um nível mais estável. Como a regra, tem-se que qualquer sistema procurará sua configuração mais estável espontaneamente, isto é, sem ajuda externa. Esta aplica-se as reações químicas, da mesma forma que as régua (BRADY, HUMISTON, 1986), p.123, 1996).

Entendemos que de acordo com a analogia aplicada, a régua em posição vertical, possui maior energia potencial, à medida que a mesma vai caindo,

gradativamente alcança a estabilidade energética. Semelhantemente ocorre com os átomos, que para atingir a almejada estabilidade, tendem a procurar menor energia por meio das ligações e ou reações químicas. Assim para a ligação iônica se formar, a energia do sistema é liberada e para que esta seja rompida ou quebrada é necessário absorver energia. Portanto, a energia na formação de um composto iônico após a reação química é menor, proporcionando mais estabilidade do que os átomos separadamente. (MCMURRY, 1997; BROWN, LEMAY, BURSTEN, 1999).

Por caracterizar consideravelmente a diferença de energia, entre os átomos, ocorre a formação de íons de cargas opostas, onde o átomo doador transforma-se no cátion, ficando com carga positiva e o receptor, assume a carga negativa, resultando na formação do ânion. Estas cargas por serem opostas, acabam por sofrer atração eletrostática ou coulômbicas, isto é, quando os íons se juntam para formar um sólido iônico ou cristalino (é um conjunto de cátions e ânions empacotados em um arranjo regular), contribuem na formação de um novo composto. Dessa forma, os átomos envolvidos são estabilizados, acontecendo a diminuição de *energia do sistema*. Assim a união entre cátions e ânions, culmina em compostos iônicos, que são encontrados em estado sólido, bem como possuem alto ponto de fusão (BRADY, HUMISTON, 1996). Ainda, os íons quando compartilhados de maneira desigual entre os compostos inorgânicos, resultam na transferência total de elétron dos átomos envolvidos, por apresentar na camada de distribuição, a configuração dos blocos *s* e *p*. Estas tendem a perder elétrons, primeiramente no subnível *s* e depois no *p*, *d* ou *f*, de acordo com o tamanho do átomo (figura 06).

Seguindo este norte, temos como exemplo a formação de um composto iônico, da família 1A ou grupo 01, o fluoreto de lítio, que teve sua formação através da transferência total do elétron, do lítio. Este possui apenas um elétron na camada de valência e a configuração eletrônica semelhante ao He [$2s^1$], precisando perder o referido elétron, pois assim acontecendo, ficará com dois em tal camada e ficará semelhante ao He, estando em conformidade com a regra do octeto, como também após a doação do elétron, sugere-se que o átomo de lítio deva formar íon +1. Já no caso do flúor, localiza-se na família 7A e possui configuração eletrônica semelhante ao Ne [$2s^2 2p^5$], por apresentar sete elétrons na camada de valência, necessitando dessa forma, receber elétrons, tendem a formar ânion -1 (ATIKINS, 2001). Em ambos os átomos envolvidos, depois da reação química, ficam estáveis

eletronicamente, de acordo com a regra do octeto. Concluída a formação do fluoreto de lítio, os átomos envolvidos alcançam a estabilidade, onde a energia do sistema é estabilizada:

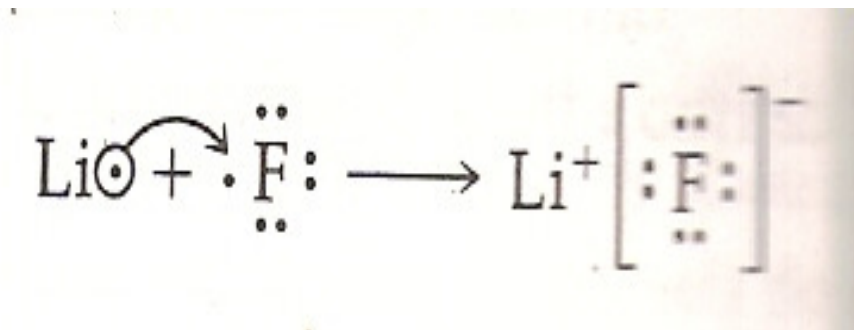


Figura 08: Representação de Lewis para as ligações químicas.

Fonte: BRADY, HUMISTON, 1996, p. 120

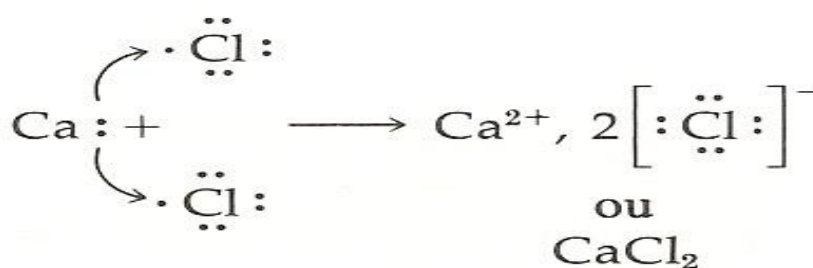


Figura 09: Modelo de Lewis para as ligações químicas.

Fonte: BRADY, HUMISTON, 1996, p. 121

Os colchetes nas figuras 08 e 09, demonstram que todos os elétrons pertencem exclusivamente ao flúor e ao cloro. Estes após receberem os elétrons passam a ficar com carga negativa, pois os mesmos foram transferidos totalmente. No caso das cargas positivas, do lítio e do cálcio, representam os elétrons que foram doados respectivamente para o cloro e o flúor.

Assim a reação proveniente entre metais dos grupos I, II, Sn, Pb e H, assim como os ametais (C, N, O, Si, P, S, As, Se, Sb, Te, Bi, Po e grupo 17 ou família 7A) *tendem* a uma ligação iônica; pois respectivamente os elétrons da camada de valência desses grupos e dos átomos de Sn e Pb, podem ser cedidos aos ametais, que acabam por assumir a configuração eletrônica de um gás nobre (BROWN,

LEMAY, BURSTEN, 1999). Mostramos a seguinte figura que no subsidia neste sentido:

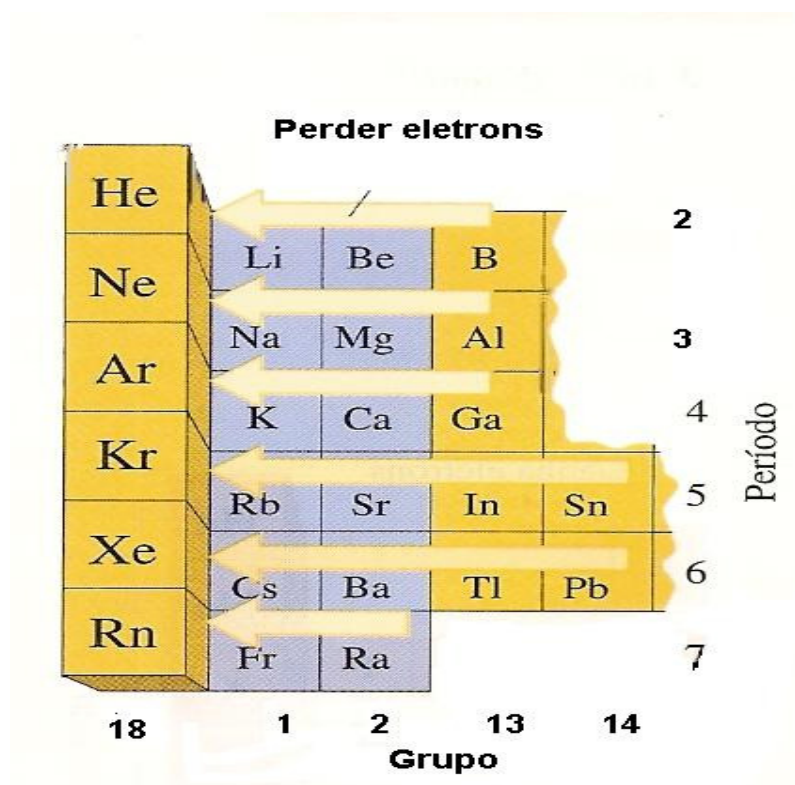


Figura 10: Grupos ou famílias de metais que tendem a perder elétrons

Fonte: ATKINS, 2001, p. 185, 185.

De acordo com os pressupostos que explanamos no parágrafo anterior, os ametais raramente cedem elétrons nas reações químicas, pois apresentam alta energia de ionização por terem muitos elétrons, todavia, podem receber os mesmos de outros átomos para completarem assim a camada de valência (ATKINS, 2001).

Dessa forma, isto somente corrobora para fundamentarmos nosso pensamento que a origem de uma ligação eletrovalente está relacionada, com a diminuição de energia necessária à produção de íons, em que os elementos metálicos das famílias 1A, 2A e 3A, têm baixa *energia de ionização* (é a energia necessária para ser retirada de um elétron dos átomos em estado gasoso), sendo esta suficiente para formação de cátions monoatômicos que tenham energia favorável. Segundo Atkins (2001), a descrição dos modelos iônicos, em termos da ligação eletrovalente é “particularmente apropriado para descrever compostos binários entre elementos metálicos e elementos não-metálicos, especialmente do bloco s”, p. 182. Assim, podemos perceber que elementos metálicos tendem a

perder os elétrons da camada de valência para formar cátions e os elementos ametálicos, das famílias 4A, 5A e 6A, tendem a acomodar esses elétrons que pertenciam aos metais.

Prosseguindo com esta descrição das ligações químicas, a seguir discorreremos sobre as ligações metálicas.

2.6.4 Ligações metálicas

Este tipo de ligação acontece de maneira bem diferente do que vimos anteriormente ao abordarmos as ligações iônicas e covalentes, pois tanto uma quanto a outra, estão relacionadas ao abaixamento de energia, quando os átomos se unem, para alcançar a estabilidade eletrônica, ao resultar em configuração semelhante à dos gases nobres.

As ligações metálicas não contemplam nenhuma das condições que discorreremos a priori. É sugerido que os elétrons de valência dos metais se deslocam, para o campo elétrico de vários núcleos de átomos iguais, que estejam envolvidos para formar o composto metálico, ou seja, é a migração dos elétrons da camada de valência para os núcleos dos átomos de mesmo tipo (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 1999). Mas qual(is) a(s) natureza(s) ou condições necessárias para acontecer uma ligação metálica?

- a) Apresentar baixa energia de ionização dos átomos livres, sendo aproximadamente menor a 900 kJ mol^{-1} , exceto o mercúrio que é um caso particular por possuir a energia de 1000 kJ mol^{-1} .
- b) O abaixamento da energia de ionização favorecerá a fraca atração entre os elétrons na camada de valência, o que indica pequena afinidade eletrônica por elétrons adicionais.

Dessa forma os elétrons de valência que o átomo possui são insuficientes, para formar o par de elétrons ligante que esse átomo necessita. Sendo assim, se o átomo metálico disponibilizar os seus elétrons com outros átomos iguais e que

estejam próximos, os elétrons serão atraídos e deslocados para os núcleos de outros átomos que sejam iguais e vizinhos, através da força eletrostática (MAHAN; MYERS, 1995).

Geometricamente, a maior parte dos metais está disposto, semelhante a esferas rígidas agrupadas e compactadas. Por exemplo, o cobre tem uma estrutura cúbica compacta em que cada um dos átomos do próprio cobre fica em contato com doze (12) outros átomos vizinhos (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 1999).

Assim, os cristais metálicos que são produtos da formação de um novo composto, são mais estáveis que os átomos separados, pois neste os elétrons de valência podem “deslocar-se no campo elétrico de vários núcleos” (MAHAN; MYERS, 1995, p. 547).

Na tentativa de se entender como acontecem as ligações metálicas, buscou-se estratégias que assim pudesse facilitar na compreensão da mesma, sendo nesse caso a utilização de analogia.

Então com o intuito de otimizar no entendimento do deslocamento dos elétrons, que ocorre entre os metais, encontramos na literatura (MAHAN; MYERS, 1995; BROWN, LEMAY, BURSTEN, 1999) o uso da analogia do mar de elétrons como um *modelo* para ser utilizado em recurso didático-estratégico ao *ensino* para as ligações metálicas. Este compara a estrutura de um átomo metálico, com um *esqueleto* rígido e regular de cátions dos metais imersos num *mar de elétrons* de valência, conforme a figura 11:

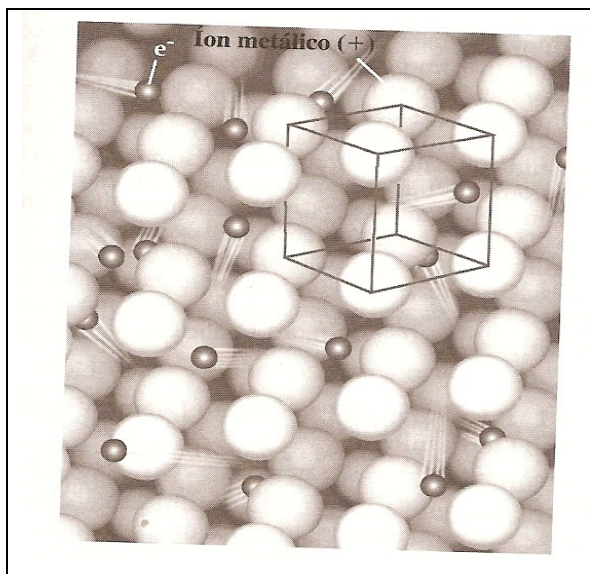


Figura 11: Modelo analógico para o mar de elétrons

Fonte: BROWN; LEMAY; BURSTEN, 1999, p.573.

Os elétrons, de acordo com este modelo analógico, ficam confinados no metal por meio da atração eletrostática dos cátions que estão uniformemente dispostos por toda estrutura. Estes se movimentam livremente, quando, por exemplo, um eletrodo metálico é conectado a uma bateria, os elétrons migram do metal, do pólo negativo (cátodo) para o pólo positivo (ânodo). É essa mobilidade dos elétrons que explica como a condutividade eletrônica acontece no sólido metálico, a capacidade de se deformar (maleabilidade e ductabilidade), sem que a ligação seja quebrada.

Entretanto a analogia do mar de elétrons, segundo BROWN; LEMAY; BURSTEN (1999) não abrange todas as propriedades dos metais, tais como:

- a proporção que aumentam os elétrons de valência, cresce a força de ligação;
- conseqüentemente, o ponto de fusão também aumenta.

O autor acrescenta ainda que: “para explicar algumas propriedades físicas dos metais é preciso dispor de modelos mais refinados do que o mar de elétrons” (p. 573). Até porque quando um átomo metálico é comparado a um esqueleto, entendemos que a analogia existente que descreve a geometria atômica, a nada tem semelhança a um esqueleto. E mais, quando o mesmo é assim comparado, não sabemos qual o tipo, se animal ou a um objeto inanimado que faça parte do

cotidiano, tais como um prédio em construção que na maioria das vezes é chamado de esqueleto em construção ou algo em ruínas, ou ainda a qualquer outra coisa.

Todavia em nenhum momento, apesar do autor alertar quanto à limitação da analogia empregada, não explica qual o aspecto da comparação dos átomos ao esqueleto ou mesmo se quer sugere outras analogias ou metáforas que pudessem ser utilizadas para facilitar ou complementar esta, sendo posteriormente fonte para possíveis obstáculos a aprendizagem. Anteriormente discorreremos também no tópico 2.4 sobre alguns artigos que abordam o uso da analogia do mar de elétrons na compreensão das ligações metálicas.

Um outro aspecto desta analogia é que muitos educandos pensam que os cátions e/ ou elétrons flutuam ou nadam literalmente em um mar. Assim estes se apropriam de maneira acrítica das ligações metálicas, pois internalizam as idéias que a analogia do mar de elétrons é o próprio conhecimento científico (CARVALHO; JUSTI, 2005).

Desse modo, percebemos a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre as estratégias didáticas, especificamente o uso das analogias e metáforas pelos professores de ensino médio durante as aulas de ligações químicas.

Conforme abordamos ao longo deste tópico, apesar dos livros de Química (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 1999; MAHAN; MYERS, 1995; ATIKINS, 2001; BRADY, HUMISTON, 1996; MCMURRY, 1997) que consultamos trazerem as discussões dos conceitos relacionados às ligações químicas é importante ressaltar que os modelos consensuais utilizados para explicar a formação dos compostos iônicos, covalentes e metálicos não dão conta da realidade como um todo, pois apresentam limitações.

Assim cada modelo proposto para ligações químicas são complementares, a ligação covalente, ao surgirem pela necessidade dos átomos ametálicos compartilharem os elétrons, enquanto que os metais formam as ligações iônicas. Entretanto existem limitações nestes modelos. Para complementar as limitações e lacunas existentes no modelo de ligação covalente, surgiu o conceito de *eletronegatividade*. Para a ligação iônica, a *polarizabilidade* e para as ligações metálicas, *o modelo das bandas*.

Além disso, a questão da linguagem química utilizada na escola pelo professor no ensino de ligações químicas, no sentido de darem um tratamento de

caráter extremamente humanizado, como por exemplo, que estas são caracterizadas como uma forma de casamento entre os átomos, ou ainda que apenas apresentem as três modalidades para a existência da formação de ligação entre as entidades químicas: iônicas, covalentes e metálicas, podem contribuir na formação de obstáculos a aprendizagem dos educandos.

De acordo com a literatura (MACHADO, MOURA, 1995; LOPES, 1996), essa linguagem tem contribuído para sinalizar com dificuldades no processo ensino-aprendizagem na (re)construção do conceito científico, uma vez que é primordial oportunizar ao educando que expresse suas idéias com relação ao conceito científico focado para que então as dificuldades sejam esclarecidas; um outro fator a ser considerado é que o professor também pode apresentar dificuldades na compreensão do conteúdo à abordagem de tais temas; o mesmo acaba por excluir as exceções do conteúdo de ligações químicas, pois deixa despercebidas as questões de atração e repulsão entre as cargas. Dessa maneira, para o professor a formação de ligações químicas, é o casamento ou simplesmente dar as mãos, no sentido de representação à formação de substâncias químicas (ANDRADE ZYLBERSZTAIJN, FERRARI, 2002).

Assim, os modelos para a formação de compostos são caracterizados como consensuais (MENDONÇA, JUSTI, apud GILBERT, 2005) e o papel do professor dentro do processo de ensino-aprendizagem é mediar os modelos: o mental do aluno e o consensual, para então chegar ao modelo didático. Ao trabalhar esse último, serão utilizadas as analogias e metáforas, que dependendo da forma como são empregadas, podem corroborar ou não na aprendizagem, ou até mesmo contribuir no surgimento de obstáculos a (re)construção dos conceitos científicos, pelo fato de serem explorados apenas as três modalidades (iônica, moleculares e metálicas) para a formação de compostos.

A seguir veremos a metodologia adotada que seguimos para subsidiar toda nossa pesquisa de campo e posteriormente discorreremos sobre os resultados e discussões do nosso trabalho.

3. METODOLOGIA

3. METODOLOGIA

Neste ítem abordemos o arcabouço que norteou o nosso trabalho, no sentido de investigar o problema de pesquisa que nos propomos a estudar, no qual buscamos compreender de maneira significativa *se, como e por que* as analogias e metáforas são utilizadas pelos professores e os conceitos referentes a elas. Dessa forma, sentimos a necessidade de buscar entender o que seja a metodologia e quais os pressupostos que poderiam nortear o nosso trabalho.

O que seria a metodologia? Concordamos com a definição de Oliveira (2003), quando diz que a metodologia compreende a aplicação de variados métodos e técnicas, assim como materiais e instrumentos à coleta de campo, descrevendo sobremaneira todos os procedimentos na construção do trabalho de pesquisa, onde:

A metodologia engloba todos os passos realizados para construção do trabalho científico, que vai desde a escolha do procedimento para obtenção de dados, que perpassa pela identificação do(s) método(s), técnica(s), materiais, instrumentos de pesquisa definição da amostra/universo, até a categorização e análise dos dados coletados (OLIVEIRA, 2003, p. 45).

Nestas condições, sentimos a necessidade de nos posicionarmos com relação a que desenho metodológico poderíamos ancorar nosso trabalho.

Partindo-se desse pressuposto, a nossa adoção metodológica é pela abordagem qualitativa do tipo descritiva e explicativa, pois entendemos ser extremamente abrangente ao que nos propomos fazer, por ser de caráter reflexivo e a facilitar a coleta de dados de maneira expressiva, subsidiando significativamente na análise dos mesmos. Além do mais, possibilita o registro do que é possível, assim como o ser, e também o que de imediato não é viável perceber. Neste trabalho reafirmamos a definição de Oliveira (2003), segundo a qual:

A pesquisa qualitativa pode ser caracterizada como sendo uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e características do resultado das informações obtidas através de entrevistas ou questões abertas, sem a mensuração quantitativa de características ou comportamentos (OLIVEIRA, 2003,p. 57).

Para a pesquisa descritiva, de acordo com Rudio (1989), vimos que duas palavras resumem sua caracterização: *descrever* e *explicar*. A primeira, narra o que acontece e a segunda, por sua vez, busca responder o acontecimento. A pesquisa do tipo descritiva interessa-se em descobrir e investigar um evento específico, isto é, sua natureza, composição e realização. Para assim ocorrer é necessário observar se o evento ou fenômeno em questão foi ou não visto e que elementos os compõem, bem como sua classificação e quais as semelhanças ou diferenças existentes entre os integrantes investigados do grupo (RUDIO, 1989).

Aprofundando um pouco mais este arcabouço, Gil (2006) enfatiza que a abordagem descritiva é a “descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”, p.42, sendo destacada por utilizar técnica como, por exemplo, questionários e observação sistemática, além do estudo de grupos específicos. Tal aspecto nos motivou a optar por esta, pois percebemos que a natureza de cada instrumento, seria primordial para que assim fosse possível buscar explicar os fenômenos relacionados ao nosso problema de pesquisa levantado.

Neste sentido, entendemos que o nosso trabalho aproxima-se da abordagem descritiva, na medida em que busca identificar as opiniões dos professores investigados acerca das analogias e metáforas, bem como se há a utilização dessas em suas aulas de Química.

Ainda, de acordo com Gil (2006), algumas pesquisas que possuem tais especificidades transcendem a abordagem descritiva, por almejar determinar a natureza das relações, aproximando-se assim da pesquisa de caráter *explicativo*; esta ocupa-se em identificar e/ ou contribuir para que um evento aconteça, aproximando-se consideravelmente do fato ocorrido na realidade estudada. Nesse sentido, o nosso trabalho por buscar compreender como e porque os professores investigados utilizaram as analogias e metáforas em suas aulas de Química, assume um caráter explicativo.

Em suma, o estudo se classifica como de natureza qualitativa de caráter explicativo e descritivo em virtude da escassez de trabalhos empírico sobre a questão do uso de analogias e metáforas no conteúdo de ligações químicas.

3.1 Sujeitos da pesquisa e contextualização da pesquisa de campo

A pesquisa foi realizada na Região Metropolitana do Recife na rede de ensino pública estadual, em três escolas, sendo uma da cidade de Camaragibe e a outra de Olinda. O arcabouço de nossa observação foram as turmas de primeiro ano do ensino médio.

Os sujeitos participantes da pesquisa foram três professores, sendo dois homens (P.01 e o P.02) e uma mulher (P.03). Os dois primeiros professores possuem formação específica na área de Química, na modalidade Licenciatura Plena em Química, e a última, com licenciatura em ensino de Ciências com habilitação em Química.

A escolha por estes se deu pela disponibilidade que tiveram em participar de todas as etapas da pesquisa. E, por outro lado, encontramos dificuldades em encontrar profissionais que tivessem a formação específica em Química, pois pudemos constatar que muitos professores da rede pública de ensino estadual possuem formação acadêmica na área de Biologia e Matemática.

Investigamos destes, além da especificidade profissional, a idade e o número de turmas que trabalham, entre outras indagações conforme o quadro a seguir:

VARIÁVEIS	PROFESSORES		
	Prof. 01	Prof. 02	Prof. 03
EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL/GRADUAÇÃO	Lic. Plena em Química	Lic. Plena em Química	Lic. em ensino de Ciências
Tempo regência	Nove anos	Um ano	Vinte e três anos
Disciplinas que leciona/tempo	Química (oito anos) Matemática (seis anos) Física (seis anos)	Química (um ano) Matemática (um ano) Física (um ano) Biologia (um ano)	Química (vinte e três anos) Matemática (dois anos) Física (quinze anos) Biologia (vinte anos)
Curso de pós-graduação	_____	_____	Especialização em Ensino para Ciências

Nº de turmas	Dez	Quatro	Cinco
Material didático de consulta	Livro didático para o ensino médio.	Livro didático para o ensino médio.	Livro didático para o ensino médio.

Quadro 04 - Caracterização dos professores.

3.2 Instrumentos de Pesquisa

Os instrumentos que utilizamos para nossa pesquisa foram: questionário, entrevista e observação, conforme citamos anteriormente. Dessa maneira, sentimos a necessidade de definir cada um dos instrumentos que usamos no trabalho, bem como as vantagens e limitações que apresentam.

Para Marconi e Lakatos (1982), a observação é um instrumento que por meio dos *sentidos*, subsidia na obtenção de informações da realidade de um grupo social. Esta possui vantagens e limitações, como os demais instrumentos de pesquisa qualitativa, a saber:

Como vantagens (MARCONI E LAKATOS, 1982):

- Permite de maneira abrangente e direta o estudo dos mais variados fenômenos;
- Admite o levantamento das informações sobre o contexto em estudo.
- Favorece o esclarecimento de dados que vão além do roteiro de entrevista ou de questionário.

Encontramos como limitações (MARCONI e LAKATOS, 1982):

- O observador poderá tender a criar impressões favoráveis ou contrárias com relação ao que se está investigando.
- Situações imprevistas podem interferir na tarefa do observador.
- O tempo de observação é de caráter variável.

Ainda, a observação de acordo com Oliveira (2005) recebe duas caracterizações: *direta* e *participante*. A primeira é fundamentada de maneira sistemática e objetiva por consistir no registro dos fenômenos observados de maneira previamente definida e planejada em que o pesquisador procura inteirar-se de maneira programada no contexto em que pretende pesquisar, por exemplo, um projeto piloto. Neste é recomendado a caracterização dos dados coletados em que o pesquisador tem a oportunidade de observar quais as deficiências que seu trabalho apresenta e onde precisa melhorar ou até mesmo o que necessita acrescentar, sendo proporcionado assim a reflexão sobre o andamento do trabalho.

Na *participante*, ocorrerá à interação do pesquisador com o meio que pretende pesquisar, ao estabelecer a relação direta com o grupo pesquisado, por meio de situações informais utilizando-se o diálogo.

Diante das formas de observações expostas, preferimos optar pela primeira, por estabelecer relação direta com o que pretendemos fazer, sendo descrito detalhadamente no decorrer desta metodologia.

Além disso, apesar do instrumento *observação* apresentar limitações, acreditamos que contribuiu na obtenção das informações que necessitávamos para o andamento deste trabalho, pois esclareceu dúvidas que somente foi possível responder se entrássemos na sala de aula, que se apenas entrevistássemos o professor mesmo assim ficaríamos lacunas.

O questionário é definido por Oliveira (2005) como uma “técnica de obtenção de informações sobre sentimentos, crenças, expectativas, situações vivenciadas”, p.89, entre outras. Os principais fins com a utilização deste instrumentos estão relacionados a caracterização de pessoas ou grupos sociais.

Mas quais as vantagens e limitações que podemos encontrar neste instrumento para o trabalho de campo, de uma forma geral? Como vantagens podemos encontrar (GIL, 2006):

- a) São viáveis as mais fáceis obtenção de informação, no sentido de explicar as razões ou fatos que aconteceram.
- b) É o meio mais rápido e econômico para que o ítem seja contemplado, pois não é necessário o treinamento de pessoas para este propósito, bem como garante o anonimato.

No que diz respeito à limitação para esse instrumento, de acordo com Gil (2006), as perguntas formuladas seguem conforme o ponto de vista do pesquisador.

Apesar da limitação apresentada no questionário para pesquisa, vimos que as vantagens estão mais direcionadas no que nos propusemos a fazer, frente aos objetivos específicos que foram elaborados.

No caso da entrevista é definida por um diálogo direto entre o pesquisador e os indivíduos colaboradores, sendo caracterizada por uma conversa com perguntas, que são conduzidas pelo entrevistador e respostas dadas pelo entrevistado, na qual o pesquisador apenas escuta, não interferindo em qualquer resposta dada pelo mesmo (OLIVEIRA, 2005). A entrevista é classificada em *estruturada, não-estruturada e semi-estruturada* (COSTA; ROCHA; ARCÚCIO, 2004, 2005):

- A estruturada é caracterizada por questões de natureza fechada, pois são expostas exatamente da maneira como foram formuladas e possuem a avaliação das respostas bastante reduzidas.
- A entrevista não-estruturada é de caráter aberto, na qual o entrevistador propõe um tema desenvolvendo-se no desenrolar da conversa e as questões emanam do contexto imediato.
- A semi-estruturada caracteriza-se pela existência de um roteiro previamente elaborado, que servirá como eixo norteador da conversa entre o entrevistador e o entrevistado, procurando garantir que todos os entrevistados respondam as mesmas questões; além disso, não segue rigidamente a ordem em que estão dispostas cada pergunta, por ser as mesmas exploradas de maneira flexível, bem como o desenvolvimento da entrevista se adaptar ao entrevistado.

Esta para ser usada como instrumento de trabalho em pesquisa qualitativa é necessário que o entrevistador saiba o que pretende focar de maneira clara, ou seja, saiba especificamente o que pretende pesquisar, elaborando dessa forma as perguntas de modo a contemplar os objetivos a que se propôs. Vimos que a entrevista apresenta tanto vantagens, quanto limitações (GIL, 2006), a saber:

Vantagens

- Possui maior flexibilidade.
- Aplica-se a um grande número de pessoas e não exclui os que não sabem lê.
- O entrevistador pode auxiliar o entrevistado que esteja com dificuldades de responder, bem como analisar as expressões de caráter não-verbal.
- Há mais tempo para o entrevistado responder e na hora que lhe seja mais conveniente.

Desvantagens

- Ao subsidiar o entrevistado com dificuldades de responder as perguntas, o entrevistador pode mascarar e induzir as respostas fornecidas, bem como inibir o mesmo, podendo desta forma comprometer os objetivos a que se propôs a estudar.
- Não garante o anonimato do entrevistado.
- Requer exercício para isso, ou seja, é necessário ao entrevistador que tenha certo treinamento (que no nosso entendimento um teste piloto para que tal exercício seja possível é de fundamental importância).
- Características inconvenientes do entrevistador podem prejudicar a obtenção das respostas: dicção, timidez, abordagem deficiente, expressar opinião apaixonada pelo tema em estudo.

Por apresentar maior flexibilidade como instrumento de análise, vimos que a entrevista seria de grande valia, pelo fato de termos optado pela observação e aplicação de questionário, algumas respostas do mesmo e indagações concernentes da observação ficariam sem o devido esclarecimento. Desse modo foi oportunizado aos professores esclarecer as dúvidas que surgiram da observação de suas aulas e modificar algumas de suas respostas, pois tomaram o enfoque de entrevista. Assim, soubemos com maior riqueza de detalhes como e porque usaram as ferramentas didáticas para subsidiar o conceito de ligações químicas.

Diante do exposto, no nosso trabalho, procuramos utilizar a entrevista de ordem semi-estruturada e com o auxílio do áudio tivemos a oportunidade de

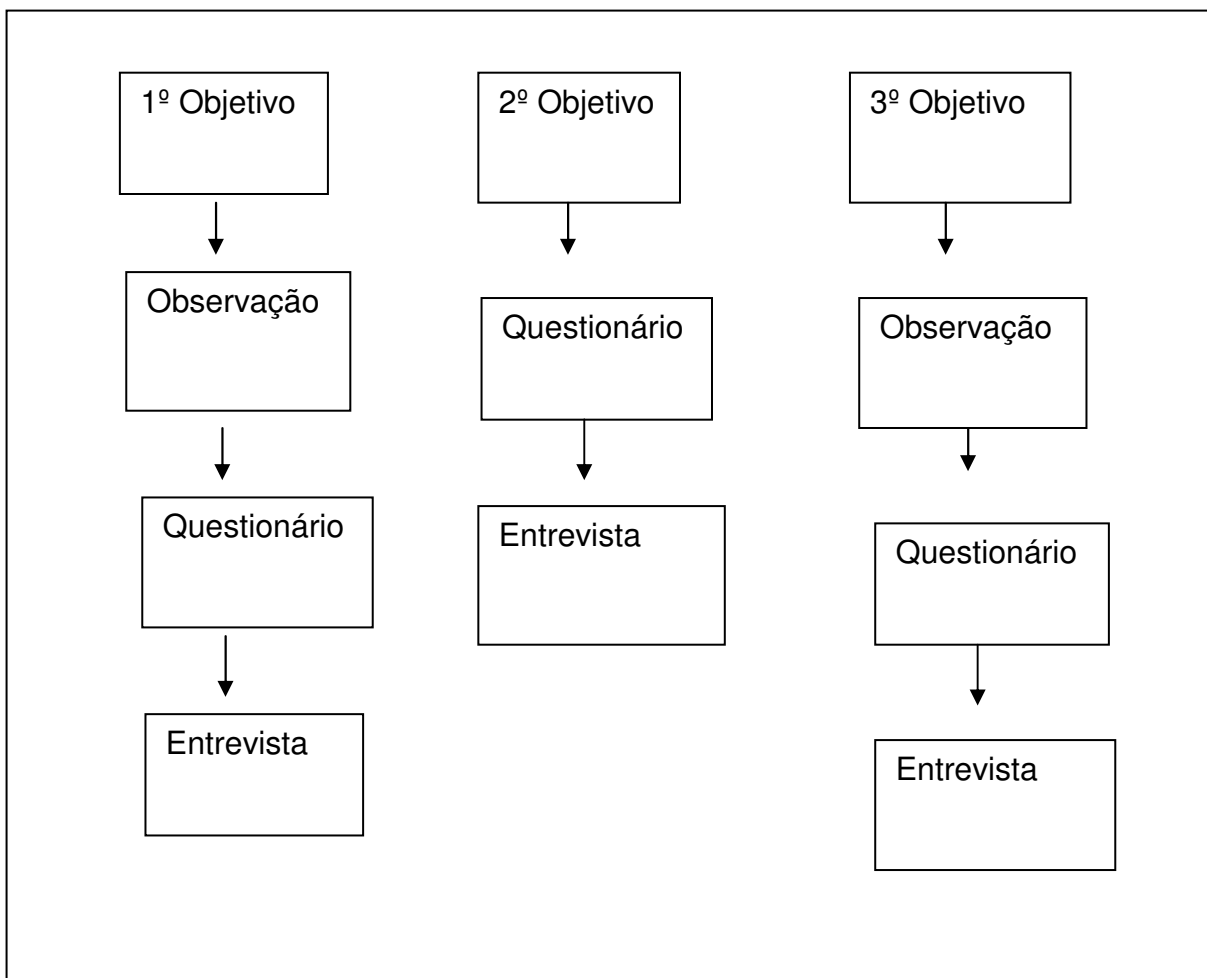
transcrever o que foi mencionado a partir do que a priori, os professores colaboradores responderam no questionário.

3.3 Procedimentos metodológicos e critérios de análise à pesquisa de campo

Antes de explicitarmos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, achamos conveniente resgatar os objetivos específicos que procuramos enfocar nessa investigação:

- Observar se os professores utilizam as analogias e metáforas nas aulas para a compreensão das ligações químicas;
- Diagnosticar as opiniões dos professores investigados sobre as analogias e as metáforas.
- Identificar os elementos que sinalizam como e porque os professores utilizam as analogias e metáforas durante as suas aulas de Química.

Na investigação dos referidos objetivos específicos, buscamos atrelar a estes os instrumentos de análise, a saber: observação, questionários e entrevistas, em que a posteriori iremos abordar. Para tal foi necessário contemplar mais de um instrumento para descrevê-los, conforme o quadro a seguir:



Quadro 05 – Relação dos objetivos propostos para a pesquisa com os instrumentos utilizados.

O número de encontros para as filmagens das aulas do conteúdo de ligações químicas, aplicação do questionário e as gravações das entrevistas variou de acordo com cada professor (entre 7 e 12 encontros) e aconteceram em três momentos distintos:

- *Primeiro momento*

Inicialmente, tivemos uma conversa informal com cada professor em suas respectivas escolas.

Apresentamo-nos aos mesmos como aluna do curso de Mestrado de Ensino de Ciências e que pretendíamos realizar uma pesquisa, onde não foi mencionado aos professores 01 e 02 o que iríamos ver; apenas nos limitamos a dizer aos mesmos que não iríamos avaliá-los se sabiam ou não do conceito de ligações químicas, mas que tão somente observaríamos a aula como expectadoras e não participantes, isto é, que ficaríamos como ouvintes.

Entretanto, os mesmos insistiram que fosse dito o que especificamente olharíamos, sendo mencionado a eles que veríamos na aula se faziam uso ou não de *uma* ferramenta didática. Resolvemos adotar esta postura para que não fossem influenciados, apenas pelo título do trabalho. Porém, no caso da professora 03, teve conhecimento que iríamos observar no conceito de ligações químicas, o uso de analogias e metáforas como ferramentas didáticas, fato este que pode ter influenciado no uso e quantidade de analogias e metáforas observadas durante as aulas.

Perguntamos aos mesmos se permitiriam a nossa presença na sala de aula quando começassem as aulas do conceito ligações químicas, sendo informando que filmaríamos. Explicamos aos mesmos da importância de documentarmos toda a abordagem, no sentido de termos material para análise. Ainda, falamos que os visitaríamos periodicamente até que o conteúdo de ligações fosse iniciado para que tanto os alunos, quanto os mesmos fossem se habituando com a nossa presença.

Desse modo, com o auxílio de vídeo-gravações, foram filmadas as aulas referentes ao conteúdo de ligações químicas com o intuito de identificar nestas a empregabilidade das analogias e metáforas na compreensão dos conceitos referentes às ligações químicas, contemplando assim o primeiro e o terceiro objetivos dessa pesquisa, que foi observar se os professores utilizam as analogias e metáforas nas aulas para a compreensão dos conceitos relacionados às ligações químicas, como também o terceiro objetivo no que diz respeito a compreensão e às razões pelas quais os professores utilizam as analogias e metáforas na abordagem do conteúdo.

As aulas foram observadas e registradas por áudio-vídeo a partir do estabelecimento dos critérios explicitados no quadro 06, que foram baseados em FERRAZ, TERRAZZAN (2003) e OLIVA et al (2001) e que discutiremos de modo mais aprofundado nos resultados e discussões.

Observação de campo	OBJETIVOS ESPECIFICOS
1. Se há o uso de analogias e metáforas.	Primeiro
2. Como são utilizadas as analogias e metáforas.	Terceiro
4. O professor solicita a elaboração de analogias ou metáforas pelo aluno.	Terceiro
5. Em que momento a analogia é empregada.	Terceiro

Quadro 06 - Critérios para observação de aula.

É importante mais uma vez salientar que os professores 01 e 02, durante toda observação das aulas, não tiveram conhecimento do objetivo de nosso trabalho, isto é, não sabiam o que pretendíamos ver durante as aulas, que era inicialmente ver se os mesmos faziam ou não uso das analogias e metáforas como recurso didático. Porém a professora 03 teve conhecimento do que iríamos ver em sua aula. Mesmo assim, preferimos manter à mesma na nossa investigação, pelo fato de ser acessível, uma vez que muitos professores que procuramos, recusaram-se nos receber.

- *Segundo momento*

O questionário (apêndice B) foi estruturado baseado em nosso aporte teórico, em que foram contempladas questões inerentes aos conceitos que os professores tinham em relação às analogias e metáforas no ensino de Química, bem como as estratégias didáticas adotadas para a utilização dessas. Essa etapa teve como finalidade subsidiar na investigação dos três objetivos específicos propostos para a pesquisa, conforme o quadro 07:

Categorias de análise e sua relação com os objetivos específicos propostos	
1. Conceito de analogia e metáfora e sua origem.	Segundo.
2. Conceitos acerca das possíveis contribuições de analogias e metáforas para o Ensino de Química.	Segundo.
3. Conteúdos em que o professor utiliza as analogias.	Primeiro e Terceiro.
4. Discussão das analogias e metáforas presentes em livros didáticos.	Segundo e terceiro.
5. De que forma as analogias e metáforas são utilizadas pelo professor.	Terceiro.
6. Uso de analogias ou metáforas pelos alunos.	Terceiro.

Quadro 07 - Categorias de análise do questionário.

Na primeira categoria, buscamos investigar dos professores se já tinham *ouvido falar sobre as analogias e metáforas*, bem como a procedência das mesmas.

Procuramos resgatar dos professores na segunda categoria, quais as contribuições que as analogias e metáforas podem trazer ao ensino de Química;

Já na terceira categoria, buscamos analisar quais os conteúdos que os professores investigados, faziam uso das analogias e metáforas enquanto recurso, uma vez que observamos apenas as ligações químicas. Diante da possibilidade de algum professor não fazer uso destas, durante o assunto focado, teríamos assim conhecimento se o mesmo utilizava ou não as analogias e metáforas como ferramenta didática.

Com relação a quarta categoria foi incluído com a finalidade de saber se os professores discutiam com os alunos, ou ainda esclareciam aos mesmos que as analogias e metáforas podem ser empregadas pelos autores dos livros didáticos de ensino médio, como estratégia didática e não como o próprio conhecimento científico.

Na quinta categoria inquirimos dos professores de que forma as analogias e metáforas são utilizadas, se as mesmas passam por algum planejamento prévio para serem incluídas no plano de aula, de forma que o professor saiba em que momento estas devem ser aplicadas, como também se enfocam as que são conhecidas pelo aluno.

Finalmente, na sexta categoria, se tiveram a curiosidade de saber dos educandos se faziam uso das analogias, como uma possível estratégia de estudo.

Tais categorias discutiremos posteriormente nos resultados e discussões de forma mais detalhada.

Ainda, relacionamos cada pergunta do questionário, com os objetivos a que nos propusemos neste trabalho:

Questionário	Objetivos específicos
1. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situações?	Primeiro
2. Em sua opinião, o que são as analogias? Dê exemplos.	Primeiro e segundo
3. Em sua opinião, o que são metáforas? Dê exemplos.	Primeiro e segundo
4. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.	Terceiro
6. Há algum planejamento prévio para o uso de analogias e metáforas em suas aulas de Química? Explique.	Terceiro
5. Quais os conteúdos de Química que você costuma utilizar analogias e metáforas?	Terceiro
7. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?	Terceiro
8. Você já solicitou que seus alunos elaborassem analogias e metáforas durante a aula? () sim () não	Terceiro
9. Ao utilizar uma analogia e metáfora em sala como você organiza a seqüência de ensino?	Terceiro
10. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?	Terceiro

Quadro 08: Questionário e objetivos específicos.

Acreditamos que da quarta à décima questão, pode ter contribuído nas respostas de cada professor, uma vez que procuramos conduzir o professor em direção do planejamento.

- *Terceiro momento*

A entrevista semi-estruturada (Apêndice C, D e E) foi organizada tomando como base as respostas fornecidas do questionário pelos professores, como anteriormente destacamos, com a finalidade de aprofundar a diagnose em relação ao arcabouço de pesquisa, contemplando assim os três objetivos específicos enfocados nesta investigação.

No quadro 09, temos algumas das perguntas do questionário que tomaram o enfoque inicial da entrevista e que foi realizada para todos os professores, onde oportunizamos aos mesmos, mudar ou esclarecer, as respostas dadas no questionário:

Entrevista	Objetivos específicos
1. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situação?	Primeiro
2. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.	Terceiro
3. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?	Terceiro
4. Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?	Segundo
5. Quais os conteúdos que costuma usar as analogias e metáforas?	Terceiro
6. Há algum planejamento prévio para uso de analogias e metáforas em suas aulas de químicas? Explique.	Terceiro
7. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?	Terceiro

Quadro 09: Algumas perguntas do questionário que tomou o enfoque de entrevista.

A pergunta que segue no quadro abaixo fizemos para todos os professores, uma vez que o conteúdo focado é a utilização das ligações químicas. Durante a entrevista, esta não segue a mesma numeração em todos os roteiros, pois adaptamos a aplicação da mesma de acordo com as demais perguntas da entrevista. Vimos ser esta pertinente, para investigar dos professores a existência de um repertório de analogias e metáforas para as ligações químicas:

Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?

Quadro 10: Analogias e metáforas para as ligações químicas

De acordo com as respostas dadas no questionário, estruturamos assim as perguntas complementares da entrevista no quadro que segue, onde as mesmas foram adaptadas de acordo com as respostas redigidas por cada professor no questionário (apêndice B):

Entrevista		Objetivos específicos
Prof. 01	8. Você no questionário diz que seria melhor evitar ou pelo menos reduzir o uso de analogias, em que situação as utilizam na sala de aula?	Primeiro
Prof. 02	9. Você no questionário cita o uso da balança de dois pratos para facilitar a compreensão do assunto de equilíbrio químico. Ao citar este exemplo, você acha que este favorece a aprendizagem de seus alunos?	Terceiro
	10. Você já investigou como eles entendem a balança, dentro do conteúdo de equilíbrio químico?	Terceiro
	11. Como as analogias e metáforas podem contribuir na visualização de conceitos abstratos?	Segundo, terceiro.
	12. Que tipo de analogia e metáfora costuma citar para as aulas de ligações químicas?	Terceiro
	13. Como se dá o planejamento das aulas para usar as analogias e metáforas?	Terceiro
	14. No caso de ligações químicas, é feito este planejamento?	Terceiro
	15. Em que momento da aula de ligações químicas você percebe a necessidade de usar as analogias e metáforas?	Terceiro
	16. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?	Segundo
Prof. 03	9. Como você costuma esclarecer aos alunos que o uso de analogias ou metáforas se tratam de representações? Dê exemplo.	Segundo
	10. Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?	Terceiro
	11. Em que momento durante a aula solicitou que os seus alunos elaborassem as analógica ou metáforas? no início, meio ou no final da aula?	Terceiro
	12. Qual a finalidade de solicitar ao aluno que elabore uma analogia ou metáfora?	Terceiro

Quadro 11: Elaboração complementar para entrevista

A seguir apresentaremos os resultados e discussões, que obtivemos baseado na análise dos instrumentos de coleta dos dados descritos anteriormente neste tópico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4. Resultados e Discussões

Neste tópico discutiremos os resultados que obtivemos de acordo com a análise dos instrumentos que foram utilizados no nosso trabalho, com o fim de subsidiar ao que nos propomos a investigar na *hipótese* e no *problema de pesquisa* levantados.

Ao buscar responder a *hipótese* e o *problema de pesquisa*, procuramos seguir os objetivos que foram propostos.

Na investigação dos objetivos aplicamos os instrumentos aos professores participantes da pesquisa de campo: observação das aulas, questionário e entrevista, que foram descritos na metodologia adotada.

Dessa forma nos deteremos neste, a discorrer ao que obtivemos de acordo com cada objetivo proposto, frente aos instrumentos utilizados e ao aporte teórico que adotamos, para contemplar a nossa investigação quanto ao uso de analogias e metáforas durante as aulas de ligações químicas.

É pertinente salientar que as questões aplicadas na entrevista (apêndice C, D, E), seguem sem numeração, pois no roteiro adotado para cada professor, não seguimos a mesma ordem, uma vez que adaptamos as mesmas de acordo com que cada um explanou no questionário.

Sendo assim, o nosso trabalho apresenta três *linhas* distintas para analisar os resultados e estruturarmos as discussões, a saber: (4.1) a utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo de ligações químicas, (4.2) opiniões dos professores relacionadas às analogias e metáforas no ensino de Química e as fontes de consulta e (4.3) como utilizam as analogias e metáforas enquanto recurso didático. Estas linhas serão abordadas a seguir.

4.1 A utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo ligações químicas

Neste tópico, detivemo-nos em observar se os professores utilizam as analogias e as metáforas nas aulas para que os alunos compreendessem os conceitos relacionados ao conteúdo ligações químicas, contemplando assim o primeiro objetivo; uma vez que este conteúdo ocupa a terceira posição em livros didáticos para o ensino médio, de acordo com o levantamento realizado por Monteiro e Justi (2000) em livros de Química de autores brasileiros conforme o que anteriormente abordamos na fundamentação teórica. Para tal, fizemos uso do seguinte critério, conforme o quadro abaixo:

Prof^o	Observação de campo Se há o uso de analogias e metáforas durante as aulas.
P.01	Sim
P.02	Sim
P. 03	Sim

Quadro 12: Síntese da observação de aula.

Com relação à categoria de análise quanto ao uso de analogias e metáforas durante as aulas de ligações químicas, observamos que os professores fizeram uso destas como ferramentas didáticas. Apesar do P.01, ter feito uso das analogias durante a aula, consideramos que esta foi de caráter primitivo, por empregar a linguagem mais freqüente dos livros didáticos.

Durante a observação de campo pudemos observar que o primeiro critério, foi contemplado pelos professores investigados, correspondendo as nossas primeiras expectativas, com relação a este trabalho, conforme o quadro 13:

Prof.	Domínios desconhecidos (conceito)	Domínios analógicos e ou metáforas (analogia -A;
-------	-----------------------------------	--

	científico)	metáforas- M)
P.01	<ul style="list-style-type: none"> Ligações iônicas 	<ul style="list-style-type: none"> Tendência a receber elétron (A). Tendência a doar elétrons (A).
P.02	<ul style="list-style-type: none"> Regra do octeto: elétrons de valência. 	<ul style="list-style-type: none"> Bolinhas de plástico (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade eletrônica, para a ligação covalente simples e coordenada (dativa). 	<ul style="list-style-type: none"> Lápis piloto (marcador de texto) (A; M).
	<ul style="list-style-type: none"> Ligações metálicas. Deslocamento de elétrons para formar ligação metálica com os cátions do núcleo. 	<ul style="list-style-type: none"> Lápis piloto (marcador de texto) (A). Mar de elétrons (A). Lápis piloto (marcador de texto) (A).
P.03	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade eletrônica dos átomos. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade financeira e espiritual (A; M) Trabalho do homem para a sua sobrevivência (A). Emprego estável (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Regra do octeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Dinheiro (A; M).
	<ul style="list-style-type: none"> Átomos. 	<ul style="list-style-type: none"> Alunos (A, M).
	<ul style="list-style-type: none"> Transferência de elétrons. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajudar o próximo (M). Sabor mais e menos doce (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Compostos iônicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Casamento (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Íons 	<ul style="list-style-type: none"> Camada da atmosfera – ionosfera (A). Antena de transmissão de TV (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Ligações químicas 	<ul style="list-style-type: none"> Mistura de café com leite (A)
	<ul style="list-style-type: none"> Gases nobres 	<ul style="list-style-type: none"> Família real – nobreza (M) Rica (A) usada por um aluno durante a aula.
	<ul style="list-style-type: none"> Transformação de átomo para íon 	<ul style="list-style-type: none"> Mudança de nome após o casamento (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Formação do NaCl. 	<ul style="list-style-type: none"> Felicidade no casamento (M).

Quadro 13: Uso de analogias e metáforas durante as aulas.

De acordo com o que observamos nas aulas dos professores, percebemos que somente vieram a corroborar no que pensávamos se, as analogias e metáforas poderiam fazer parte, como ferramentas didáticas nas aulas de ligações químicas, com o propósito de auxiliar o professor durante a sua prática.

Foi possível notar o uso de domínios analógicos e metafóricos na tentativa de aproximar ao domínio desconhecido, isto é, o conteúdo de ligações químicas que foram empregados pelos professores durante as aulas. Com a finalidade de facilitar na aprendizagem dos educandos, procuramos catalogar às mesmas durante a observação de campo (quadro 10), contemplando também um dos itens do modelo TWA que aborda entre outras coisas o mapeamento das similaridades existentes entre o conceito científico e a analogia utilizada (apud FERRAZ, TERREZZAN, 2003).

Ainda mais, no intuito de sabermos dos professores quais os conteúdos que os mesmos fazem uso das analogias e metáforas, fizemos as perguntas que se seguem, as quais, também tomaram o enfoque da entrevista:

Prof ^o	Quais os conteúdos de Química que você costuma utilizar as analogias e metáforas?		
	Questionário	Entrevista	Questionário x Entrevista
P.01	Geralmente nos conteúdo mais abstratos e complexos.	Modelos atômicos, ligações químicas.	Nos conteúdos mais complexos, modelos atômicos, por exemplo.
P.02	Ligações químicas, equilíbrio de reações, cinética química, etc.	Ligações químicas, atomística, eletroquímica.	Ligações químicas e equilíbrio químico, por exemplo.
P.03	Número de massa, ligações químicas, definição de átomo, tabela periódica, funções inorgânicas, etc.	Número de massa, ligações químicas, substâncias homogêneas e heterogêneas, o átomo, reações químicas e velocidade, catalisadores, quase todos os assuntos.	Tabela periódica e ligações químicas, quase todos os conteúdos podem ser usadas as analogia e metáforas.

Quadro 14: Conteúdos mais freqüentes que os professores utilizam as analogia e metáforas.

A priori pensamos que se caso estes não utilizassem, durante a temática observada as analogias ou as metáforas enquanto recursos didáticos, poderiam fazer uso de outros conteúdos.

Então, de acordo com o que apresentamos na fundamentação teórica, pudemos ver que dentre os conteúdos de Química em que mais os professores investigados fazem uso de analogias, estão os modelos atômicos e ligações químicas. Tais procedimentos coincidem com o levantamento que Justi e Monteiro (2000) fizeram em livros de Química de autores brasileiros para o ensino médio, no

qual o primeiro conteúdo apresenta a primeira posição e as ligações químicas a terceira no uso de analogias.

Assim pudemos perceber que os professores possuem um repertório que empregam as analogias e metáforas como recurso didático. Entretanto, a posteriori nos deteremos em analisar como e porque utilizam as mesmas como recurso didático.

Mas, quais as opiniões acerca das analogias e metáforas no ensino de Ciências, que cada professor apresenta? Ou ainda, quais as possíveis e prováveis fontes que os mesmos dispõem como manancial de consulta? É o que procuremos discutir a seguir, a partir das considerações feitas pelos professores investigados.

4.2 Opiniões dos professores relacionadas às analogias e metáforas no ensino de Química e às fontes de consulta

Antes de explanarmos as opiniões dos professores relacionados à definição das analogias e metáforas explicitaremos inicialmente mais uma vez a nossa, sobre essa categoria de análise. Conforme definimos anteriormente na fundamentação teórica, as analogias são caracterizadas por relação *explícita* de similaridades ou semelhanças entre um saber familiar que é conhecido e um outro saber que seja desconhecido. Sendo que o saber familiar terá a função de ponte ou conexão entre esses dois saberes e os sujeitos envolvidos na situação de aprendizagem, buscarão pontos de semelhanças *diretos* entre ambos. Já as metáforas, apresentam também caráter similar, comparação ou semelhança entre os dois saberes: o familiar e o desconhecido; entretanto, esta comparação, será de caráter implícito, isto é, os pontos de semelhança ocorrerão de maneira indireta, não sendo tão estruturante quanto às analogias.

Na investigação relacionada às opiniões dos professores sobre o que são as analogias e metáforas, fizemos as perguntas 1 e 2 do questionário, que também tomaram o enfoque de entrevista. Buscamos dessa forma, contemplar o segundo

objetivo do nosso trabalho, que foi diagnosticar as possíveis opiniões que os professores apresentam sobre as analogias e metáforas.

Inicialmente começamos por introduzir o tema referente à nossa pesquisa, perguntando aos professores se já tinham ouvido falar sobre as analogias, de acordo com o quadro que sintetizamos as respostas foram:

Prof ^o	Ouviu falar em analogias e metáforas? Em que situação?		
	Questionário	Entrevista	Questionário x Entrevista
P.01	Sim, pela definição dos termos, vemos muito em livros didáticos.	Sim, durante a graduação, com Bachelard; em livros didáticos.	Na graduação ao estudar Bachelard e em livro didático.
P.02	Sim, em problemas do cotidiano e em conceitos científicos.	Sim, conceito que se traz para o nível de entendimento do aluno, coisa corriqueira.	Conceitos científicos e problemas do cotidiano, para o entendimento do aluno, algo corriqueiro.
P. 03	Sim, utilizava nas aulas e não sabia que eram analogias e metáforas, só na pós-graduação (especialização).	Em diversas situações, pois meus professores já faziam uso, desde o ensino médio. Eles buscavam no cotidiano. Eu não sabia que se trava de analogias e metáforas, somente na especialização.	Meus professores do ensino médio fizeram uso. Faço também, mas não sabia do que se tratava somente na pós-graduação (especialização).

Quadro 15: Síntese das respostas referentes à primeira pergunta.

No questionário, o professor 01 relata ter ouvido falar sobre a existência das analogias em livros do ensino médio. Na entrevista o mesmo afirma que durante a graduação, na disciplina de Metodologia do Ensino de Química, encontrou algo sobre estas ao estudar a epistemologia bachelardiana, conforme o depoimento:

“Vi alguma coisa em Bachelard... É ele quem aborda esse tema. Pela definição da pra você explicar... É você explicar, ter um assunto para explicar... Olhe eu já estudei isso, mas faz tempo eu me formei, em 98. Deixa me ver, acho que foi em metodologia do ensino da Química. E de lá pra cá, eu me lembro de alguma coisa aqui de Bachelard, que abordou esse tema”.

Gaston Bachelard (1996) aborda em sua obra *A formação do Espírito científico*, o uso abusivo das imagens, com a utilização de metáforas. Bachelard é enfático quanto aos entraves e obstáculos oriundos de tais representações, por manter a continuidade científica, isto é, que o uso de vários elementos da cultura popular assumisse a postura de conceito científico, conforme abordamos ao longo da fundamentação teórica.

Assim, segundo Bachelard (1996), resultava em obstáculo ao desenvolvimento científico o uso inadequado de metáforas, sendo necessário o rompimento da tal continuidade científica, para que a ciência pudesse evoluir. Observamos também em Bachelard, a valorização do erro e da dúvida como marco inicial de investigação científica.

No contexto educativo pudemos ver que com uso *inadequado* das imagens, na forma de metáforas e analogias, trazem obstáculos à aprendizagem dos educandos, acarretando dessa forma desvantagens como ferramenta didática. Porém, quando utilizadas na estratégia didática de forma estruturada, podem subsidiar o aluno na apropriação dos conhecimentos apresentados pela escola.

No questionário, o professor 02 faz menção ao cotidiano e a conceitos científicos, onde outrora ouviu falar das mesmas. Na entrevista acrescenta que são algo corriqueiro, quando:

“Você tem um determinado assunto... É você pegar, o que? Uma coisa mais do cotidiano, ou seja, pegar um conceito e trazer para o nível de entendimento, assim, coisa corriqueira” (...).

O professor 03 cita tanto no questionário, quanto na entrevista, não fazer idéia que as analogias aplicadas nas suas aulas, seriam ferramentas didáticas que poderiam subsidiar na (re)construção do conhecimento e que somente passou a saber, durante o curso de pós-graduação. Ferraz e Terrazzan (2002), ao investigarem dos professores de biologia, se os mesmos utilizavam as analogias e metáforas como recursos didáticos, constataram que semelhantemente ao professor 03, grande parte dos professores observados durante a prática, também não sabiam que estavam fazendo uso das mesmas como ferramentas didáticas e também não as planejavam.

Referente ainda ao questionário, fizemos para os professores a seguinte pergunta: na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique. Esta também tomou o enfoque de entrevista. Procuramos mais uma vez sintetizar as respostas fornecidas correspondentes à primeira parte da pergunta, no tocante o que pensam sobre as analogias, que estão explicitadas no quadro abaixo:

Prof ^o	Opiniões sobre as analogias e contribuições.		
	Questionário	Entrevista	Questionário x Entrevista
P.01	- Pontos de semelhança entre coisas diferentes. - Evitar, reduzir, pode trazer modelo equivocado para o aluno.	É inevitável o uso destas, pois não dá para se explicar a linguagem do cientista. Na universidade fazem adaptação, chamada de transposição didática. É complicado passar do que o livro didático oferece, pode confundir o aluno, o uso de analogias e metáforas.	Pontos de semelhanças entre coisas diferentes. Quando não se é possível explicar a linguagem científica, transposição didática. Deve-se evitar, pois o aluno pode entender de modo equivocado.
P.02	Artifício de exemplificar o conteúdo com algo de fácil assimilação. Ex.: bolinhas e palitos.	Entender conceitos abstratos através de coisas palpáveis, para facilitar a compreensão do aluno e o ensino do professor, do micro para o macro.	Algo de fácil assimilação, palpável, para compreender conceitos abstratos.
P. 03	- São representações ou ferramentas utilizadas para facilitar a compreensão de um determinado conceito. - Sim, porém ter o cuidado ao utilizá-las.	Comparativo, representação, modelo, para que fique mais claro o conhecimento científico.	Representações, ferramentas ou modelos, que facilitem a compreensão do conhecimento científico.

Quadro 16: Síntese das respostas referentes às analogias.

O professor 01 afirmou que não existe qualquer diferença entre as analogias e metáforas. Considera que as mesmas são coisas reais, palpáveis, ou ainda adaptação quando se deseja ensinar algo de caráter abstrato, como a disciplina de química:

(...) “digamos que você tem um assunto para explicar ao aluno, digamos que não seja tão simples falar com os termos originais e você tenha que fazer uma adaptação para coisas reais, palpáveis para o aluno, porque, a química é muito abstrata e a pessoa diz não, a química é muito prática, eu sei lá”.

Ainda, o professor 01 na entrevista diz que existe semelhança entre modelos científicos e o uso de analogias e metáforas, pois:

“Eu acho que é mais ou menos isso, é você pegar, é... Por exemplo, um modelo abstrato, puro da ciência e tentar enquadrá-lo em algo palpável que o aluno possa não é ?!, Tenha semelhança, como supor, um exemplo disso é aquele sistema planetário, não é, pra explicar o sistema atômico, de Rutherford e inclusive o livro usa isso, o sistema planetário... Aí isso da uma idéia e o aluno pode ficar pensando no sistema solar. Sei lá! É Mais ou menos isso aí”.

Em Milagres e Justi (2001), os modelos são classificados em modelos mentais, consensuais, científicos e de ensino. O modelo atômico de Rutherford, de acordo com a abordagem da autora, entendemos que é identificado como científico. Inicialmente, ao observamos a fala do professor, vemos que ele admite que seja possível aplicar algo de caráter concreto com o fim de facilitar o entendimento da ciência abstrata. Mas, quando este é aplicado à analogia do sistema planetário, temos um modelo de ensino.

Quando o professor comenta a analogia encontrada nos livros didáticos para o ensino médio, ele se refere que o aluno pode pensar que o átomo é o sistema planetário. Tal situação pode ocorrer, pois o professor, mesmo sabendo que o conteúdo ao ser apresentado ao aluno dessa forma, não esclarece que se trata de um enfoque com a finalidade de facilitar a compreensão de algo tão abstrato como é o átomo.

Tanto o conceito científico, quanto o domínio conhecido, isto é, o analógico e o metafórico, não se confundem com os modelos científicos, pois o uso de analogias e metáforas podem na verdade, servir como aporte a ser utilizado enquanto estratégias conceituais, a subsidiar na apresentação de um novo conhecimento (NAGEM et al., 1997). Observamos no depoimento do professor 01, que o domínio familiar, isto é, o que o educando já conhece, pode corroborar na elaboração do conceito científico, mas não é o próprio conceito científico, diferentemente do que discorre o professor 01. Assim, quando aplicadas de maneira planejadas e sendo conhecidas pelos alunos, podem auxiliar como estratégias conceituais à aprendizagem.

Já o professor 02 cita a priori, que as analogias caracterizam algo de corriqueiro, pois:

“Uma analogia seria os conceitos de Dalton, por exemplo. Você não pega as duas bolinhas... Aquilo ali não simboliza um átomo, aquilo não era um átomo, um átomo a gente sabe... Mesmo naquela época ele sabia que não era daquele jeito, mas ele fez uma analogia de uma esfera, não é”?

Dalton propôs o uso de um modelo concreto, por meio de objetos em forma de esfera, de caráter analógico que pudesse representar o seu pensamento. Esse modelo perdura até a atualidade no progresso da Química como Ciência, sendo superado pelo desenvolvimento científico, mas que ainda é utilizado no ensino de Química.

Como anteriormente comentamos, existe uma diferença entre as analogias e metáforas, quando são aplicadas como ferramenta didática de modo a subsidiar na aprendizagem do conhecimento, quer de Química ou quer de qualquer outra disciplina podem facilitar ou não na aprendizagem dos alunos, dependendo de que forma sejam empregadas, foi o que pudemos perceber ao nos debruçarmos em Nagem et al. (1997) e Ferraz e Terrazzan (2002). Assim, as analogias podem contribuir no surgimento de obstáculos à aprendizagem, pois as mesmas possuem maior relação estruturante e direta com o assunto desconhecido em estudo, enquanto que as metáforas “apontam algumas dissimilaridades” (p.09), isto é, não apresentam relação de similaridade de natureza direta para aguçar a mente a buscar por semelhanças. Entretanto, as analogias podem se transformar em metáforas e vice-versa (NAGEM et al. 2003; CACHAPUZ, 1989).

Segundo a fala do P.02, esse considera ainda a existência de modelos subsidiados por analogias, que contribuiriam na elaboração do conhecimento científico. Para Mendonça e Justi (2005), os modelos surgem a partir de representações mentais, que podem ser expressos por meio de objetos, fala ou de uma analogia. Autores como Nagem et al. (1997, 2003), argumentam que as analogias surgiram com o pensamento e o desenvolvimento da linguagem.

Assim para Mendonça e Justi (2005) as analogias contribuem na elaboração de modelos explicativos que no âmbito da educação, podemos ter os modelos didáticos. Estes são elaborados com o intuito de facilitar a compreensão do conceito

científico. Foi por esse motivo que o P.02 fez menção ao modelo científico proposto por Dalton para o átomo, pois na sua compreensão, as bolas ou esferas desses modelos apenas representam o átomo, mas que não são átomos, deixando o P.02 subtendida a idéia de um modelo didático para facilitar a compreensão do surgimento de uma idéia mental, que foi expresso por Dalton por meio do modelo científico para o átomo.

Quanto da opinião de analogias que o professor 02 possui e quais as contribuições ao ensino de Química, ele acrescenta:

“Com certeza... Justamente pra facilitar, no entendimento de alguns conceitos, conceitos mais abstratos, que até pela idade dos alunos, assim eles não tem uma abstração tão grande; analogia facilita (...) facilita com certeza... E o ensino do professor também”.

Assim para estes professores as analogias são ferramentas didáticas que facilitam na adaptação de conceitos abstratos para algo mais prático e palpável ao nível do aluno.

Mas para os professores 01 é necessário cautela, conforme o depoimento dado:

P.01

(...) “Então o seguinte, na hora de usar metáfora e analogia é preciso ter muito cuidado e nós não fomos, *capacitados* para isso, entendeu?! Então é preciso tomar muito cuidado, na hora de utilizar esses recursos, porque você pode, é... como que poderia dizer?... Ensinar um conceito errado para o aluno e ele ficar com aquela idéia equivocada de um determinado conceito (...), porém devemos ter o cuidado ao utilizá-las, mostrar com clareza ao aluno que é apenas uma representação”.

Talvez a postura do professor 01 em não esclarecer ao aluno sobre o uso da analogia do sistema planetário empregada para o estudo da estrutura atômica, que anteriormente comentamos (p.86), seja pelo fato de pensar que não tivera a devida capacitação para este fim. Ainda diante das declarações de onde ouviu falar sobre as analogias e metáforas serem provenientes de Bachelard, possa ter contribuído para que acredite que o aluno possa aprender o conteúdo de maneira equivocada. Todavia sabemos que o uso de analogias e metáforas como ferramentas didáticas,

além de subsidiar na aprendizagem do aluno, pode despertar o entendimento e o interesse durante as aulas.

Entretanto para o professor 02, quando o aluno não entende, então a solução é usar as analogias de acordo com o depoimento:

(...) “Química e Física tem que ter essas coisas, porque, assim o conceito não desenvolvem, sem analogia (...) ninguém nunca viu um átomo e ele não vai ver também. Então os modelos moleculares, são nada mais nada menos que o que? (...) Então vai ter que utilizar esse recurso, principalmente pegar as coisas mais palpáveis, que tá em sala, pra tentar facilitar. (...) Então como é que a turma vai ter noção de como seria o átomo? Tem que fazer analogia. Os conceitos nascem justamente das analogias”.

Entendemos que as analogias são comparações explícitas entre um domínio conhecido e outro desconhecido, isto é, o conhecimento familiar que podem subsidiar na construção do conhecimento desconhecido, também chamado de alvo a ser estudado e que ao ser explorado contribui no entendimento do conceito científico. Esta relação entre comparação e o alvo acontece de maneira direta.

Assim no entendimento desses professores as analogias são pontos de semelhanças entre coisas diferentes, que podem ser algo de fácil assimilação, bem como representações, modelos ou ferramentas palpáveis (no sentido de serem conhecidas pelos alunos), na compreensão de conceitos abstratos, sendo necessária cautela quanto ao uso, para que o aluno não internalize o conteúdo de forma equivocada.

Essas opiniões dos professores investigados se aproximam da nossa, quando afirmam existirem “pontos semelhantes entre coisas diferentes, de fácil assimilação ou ainda representação de ferramentas palpáveis”; para as analogias, como anteriormente afirmamos, são comparações ou semelhanças entre algo diferente, que contribuem no entendimento de um novo conhecimento no qual o educando desconheça. Entretanto, os professores não especificaram que tipo de relação ocorre com o uso destas, se direto ou indireto. Tais especificidades entendemos ser relevantes, pois assim podem melhor auxiliar o professor no momento que decidir aplicá-las no decorrer da aula.

Com relação à segunda parte da pergunta em questão, sobre o que entendem por metáforas, mais uma vez podemos visualizar no quadro 16 apresentado a seguir:

Prof ^o	Opiniões sobre as metáforas.	
	Questionário	Entrevista
P.01	Pode ser sinônimo de analogia.	_____
P.02	Utilização de exemplos mais comuns, para facilitar a compreensão de uma mais complexa. Ex.: uso de uma balança para explicar o equilíbrio químico. - melhora a visualização.	Seria uma comparação também, de caráter muito parecido. Não sabe explicar a diferença.
P.03	_____	Algo contundente, para representar uma palavra, que identifica uma coisa.

Quadro 17: Síntese das respostas dos professores sobre as metáforas.

De acordo com o que pudemos perceber no quadro, sobre a opinião do professor 01 com relação ao significado de metáforas e de analogias, argumenta ser a mesma coisa como afirmou no questionário e na entrevista, já comentados anteriormente quando abordamos a definição de analogia na p.96.

Enquanto para o professor 02, existe certa diferença, apesar de não saber precisar, conforme o depoimento a seguir:

“As metáforas seriam o que? Como é que eu posso dizer?! Analogia seria o conceito mais... Fazer a comparação... E a metáfora... Vamos dizer, seria uma comparação também muito parecida. Não sei te explicar uma diferença entre metáfora e analogia”.

Para o P.03, as metáforas caracterizam algo que ele chama de *contundente* para representar uma palavra e que identifique uma coisa, com o intuito de auxiliar na compreensão do conceito científico.

Para estes professores as metáforas são representações que muito assemelham-se às analogias, embora não saibam precisar quais as diferenças entre uma e outra.

Mas de acordo com o nosso entendimento, as metáforas são comparações ou similaridades que ocorrem de caráter indireto ou implícito com o alvo a ser estudo, isto de acordo com o que tornamos explícito na fundamentação teórica.

As opiniões apresentadas pelos professores sobre as metáforas, nada se aproximaram da nossa, pois em nenhum momento eles souberam defini-las, bem como quais as diferenças entre aquelas e as analogias.

Entretanto, o que vemos em Nagem et al. (2003) é que existe diferença entre as mesmas. As analogias são comparações entre conhecimento explícito caracterizado por familiar, enquanto que o domínio metafórico diz respeito ao conhecimento implícito, isto é, que não são coincidentes com o conhecimento familiar, por não se relacionar de forma direta com o saber advindo do cotidiano e o científico. Vale salientar que o conhecimento familiar engloba tudo o que o aluno já conhece, indo desde o conhecimento cotidiano até mesmo ao próprio conceito científico.

Perseguindo a investigação o segundo objetivo específico, em que perguntamos aos professores entrevistados, quais os possíveis mananciais de consultas. Tal pergunta tomou também o enfoque de entrevista, estando a mesma presente no questionário (7º pergunta) e mais uma vez sintetizamos as respostas na quadro abaixo:

Profº	De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?	
	Questionário	Entrevista
P.01	Cotidiano.	Procuro exemplos mais próximos dos alunos. Faço uma sondagem e uso exemplos mais acessíveis, do mundo microscópico.
P.02	Do cotidiano e da criatividade	Criatividade, livros didáticos (Marta Reis), cotidiano,
P. 03	Provém da necessidade de fazer-se compreendida ao mediar os conceitos.	Cotidiano, algo da cultura do aluno e de fácil manuseio.

Quadro18: Síntese das respostas.

De acordo com que pudemos perceber do quadro, a consulta ou manancial dos professores é principalmente do cotidiano. Ainda, atribuem à própria criatividade aos livros didáticos e acontecem de forma a auxiliar na compreensão do conceito científico. Segundo o que discorremos na fundamentação teórica, o uso de analogias e metáforas, de acordo com Cachapuz (1989), surgiu com a linguagem e que estas fazem parte de toda criatividade do ser humano, semelhante ao que afirma o professor 02 em sua entrevista.

Resta-nos avançar em nossa análise no sentido de buscar compreender como são utilizadas, enquanto estratégias conceituais e corroborar na (re)construção do conhecimento apresentado pelo professor na sala de aula.

4.3 Como foram utilizadas as analogias e metáforas enquanto recurso didático

Neste discorremos sobre o planejamento das aulas, isto é, como e porque os professores utilizaram as analogias e metáforas enquanto recurso didático. Para darmos continuidade a nossa investigação, procuramos contemplar o terceiro objetivo específico.

Inicialmente, começamos por introduzir sobre o planejamento das aulas com a seguinte pergunta, conforme o quadro abaixo:

Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?	
Prof ^o	Entrevista
P.01	Tem tendência a perder ou a ganhar elétrons; o átomo não gosta de elétrons ou esse átomo gosta mais de elétrons.
P.02	Pessoas, sociedade, lápis.
P.03	Casamento, bombons.

Quadro 19: Síntese das respostas referentes ao planejamento.

Com relação ao tipo de analogia ou metáfora que os mesmos costumam fazer uso nas aulas de ligações químicas podemos ver, de acordo com os depoimentos que seguem.

Vemos no depoimento do P.01 durante entrevista, que o mesmo adota uma linguagem aproximativa dos átomos a pessoas, ao ser questionado sobre as possíveis analogias ou metáforas que emprega durante as aulas de ligações químicas, segundo o depoimento:

(...) “É porque é aquela história, por exemplo, determinado átomo a gente fala numa linguagem científica, eu procuro sempre falar assim, tem tendência a perder, tendência a ganhar elétrons, as vezes acabamos dizendo o seguinte: é que esse átomo não gosta de elétrons, ficamos ligado... Ou então diz é que esse átomo gosta mais de elétrons... Então isso dá uma conotação bem vulgar, na explicação, entendeu”?

A humanização dos átomos envolvidas nas ligações químicas, encontramos também nas falas dos professores 03 e 02, conforme os depoimentos a seguir:

P. 03:

“Ah, eu uso muito a do casamento (riso)... A do casamento, por que a do casamento? Vamos dizer que um homem tenha seis dotes, vamos falar assim, ou então ele tenha seis e esteja precisando de dois, então dois dotes ou dinheiros pra completar algo pra poder ele se estabilizar e comprar algo de oito reais. Ele tem seis, vamos chamar de dote o dinheiro, não é,... E a menina tenha dois, então eles vão se equilibrarem e algo que ele quer comprar, sabe-se que é no total de oito reais. Então ele vai se combinar com quem tem dois pra dá pra ele, não é? Dois elétrons, para dá quer dizer, dois elétrons ou dois reais. Não só dinheiro, mas a gente utiliza assim bombons (...) É assim maravilhoso mais simples, por exemplo, a ligação covalente, eles sabem que ali,...Gente não vai, ninguém vai doar para o outro não, vai compartilhar. Então como é que a gente usa? Teve uma menina que utilizou assim, (...) quando a gente tava conversando, ela conversando com o outro (...) ela dizia assim, quando alguém quer casar, não é, quer ficar sabe, assim entendeu? Aí você não pode dar, porque se você dê aquilo que você tem, vai se desestabilizar. Então você diz assim, o que é meu é seu. É como no casamento, o que é teu é meu e o que é seu é meu. Os nomes ficam tudo até assim misturados, os nomes nem é todo o nome do marido, nem é todo o nome da mulher. Até isso ela usou na hora de fazer essa analogia, não é, com a questão da ligação covalente, foi, entendeu”?(...)

P.02:

(...) “comparar a pessoas. (...) vai ter uma troca, não isso? Então se uma pessoa quer doar pra ficar estável e a outra quer receber pra ficar estável também. Então ela vai dar e a outra vai receber (...) já no caso da covalente (...) uma quer o que? Uma quer receber e a outra (...) e a outra tem que

compartilhar com aquela... que quer receber para duas ficarem estáveis. Fazemos uma comparação com a sociedade e com os alunos mesmos (...). A ligação metálica é uma troca de material de um para o outro,... No caso foi a experiência do lápis, que começamos a passar de um para o outro (...). foi justamente o fluxo dos elétrons já direcionados, se a gente direciona, tem o que? Tem uma corrente elétrica”.

De acordo com o depoimento dos professores investigados, podemos identificar o uso de imagens humanizadas. Estas recebem de Bachelard a classificação de obstáculos animistas. Bachelard (1996) criticava os estudiosos de sua época por atrelarem o uso de imagens e animações para as substâncias inorgânicas, tais como a atribuição de sentimento. Tal fato podemos observar, no posicionamento dos professores com relação ao conhecimento abstrato, por apresentarem o conteúdo de maneira a oferecer aos átomos comportamentos, necessidades e características de seres humanos, como braços, olhos, pernas (conforme o que discorre o P.01, sobre os livros didáticos mais antigos), resultando até mesmo em casamento (como o P.03 explica aos alunos). Entretanto para Bachelard (1996) tal postura pode acarretar em obstáculos ou entraves a aprendizagem. Assim os P.02 e P.03, por não investigarem dos alunos como os mesmos entendiam o uso das analogias e metáforas utilizadas, podem ter desprezado as possíveis dúvidas e entraves advindos à ausência de uma maior investigação.

De acordo com Mendonça e Justi (2005) a humanização empregada pelos professores recebe a designação de *antropomórfica*². Este é caracterizado pela tentativa de humanização dos átomos. O emprego do antropomorfismo pode resultar em obstáculos epistemológicos, pois segundo o que as autoras investigaram dos alunos do primeiro ano de ensino médio, foi que os mesmos pensam que os átomos possuem as mesmas necessidades dos seres humanos, semelhante ao que aborda Bachelard (1996).

2. Este é caracterizado pela humanização ou animação de materiais inanimados, a regra do octeto, tais como: átomos tendem a ganhar ou a perder elétrons, para completar o octeto (MENDONÇA, JUSTI, 2005).

Durante as observações das aulas dos professores, vimos que apenas o P.03 procura enfatizar para os alunos que toda representação adotada durante a aula se trata apenas de uma analogia. Ele separa dois dos alunos da turma e põe os nomes de átomos, por exemplo, sódio e cloro, para o casamento, que se refere no depoimento. Entretanto, de acordo com a classificação que demos para as analogias e metáforas, que identificamos durante as observações de campo (quadro 13) e a definição de analogias e metáforas, que segue na fundamentação teórica, o que o mesmo utiliza é uma metáfora.

O P.01, diz em seu depoimento que faz uso de algo similar, quando o aluno não entende o conceito científico:

“Talvez! Sempre faço, porque as vezes é necessário, explicar de uma maneira, pois o aluno não entende. Não entende, não entende e você acaba tendo que buscar exemplos... Com coisas semelhantes, porque se não ele não conseguiu abstrair, entendeu? é muito complicado”.

Muito embora o P.01 tenha citado que emprega analogias e metáforas nas aulas de ligações químicas, não vimos o mesmo durante as observações de campo fazer uso das mesmas de maneira direta como fez, por exemplo, o P.03, salvo por usar apenas duas vezes tais termos que se refere na sua fala: “tendência a receber ou a perder elétrons”. Esses termos são também muito comuns em livros didáticos para o ensino médio. Nas ocorrências que pudemos observar, apenas na segunda vez que as empregou, alertou os alunos que *átomos não agem ou pensam como os seres humanos*, mas que utilizava tal linguagem para facilitar a compreensão dos mesmos.

Com relação ao P. 02, não vimos durante as observações das aulas, que o mesmo esclareceu aos alunos se as comparações que utilizou são ferramentas didáticas, com o intuito de subsidiar na compreensão do conceito científico.

No questionário, as perguntas que seguem foram comuns para todos os professores e também dizem respeito ao planejamento das aulas. Estes argumentaram o seguinte, de acordo com a síntese das respostas:

Questões				
Profº	6. Há algum planejamento prévio para o uso de analogias e metáforas em suas aulas de Química? Explique.	8. Você já solicitou que seus alunos elaborassem analogias e metáforas durante a aula?	9. Ao utilizar uma analogia e metáfora em sala como você organiza a seqüência de ensino?	10. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?
P.01	Não	Não	A seqüência de ensino independe do uso das analogias e metáforas.	Sim, ao percebo que o autor se distancia da realidade científica. A transposição didática distorce o conhecimento científico que assim é ensinado ao professor e ao aluno.
P.02	A maioria das vezes sim, outras vezes são de última hora.	Não.	Sim	Algumas vezes.
P.03	Não, todas as analogias que utilizo chegam na minha fala no momento em que percebo que o aluno não está compreendendo.	Sim	Primeiro procuro conhecer suas concepções prévias, assim já se percebe que os alunos utilizam suas próprias analogias, em seguida trabalho o conhecimento científico e quando percebo a não compreensão, utilizo as analogias.	Não.

Quadro 20: Síntese das respostas do questionário.

De acordo com que os professores responderam no questionário, pudemos estruturar as seguintes perguntas da entrevista referentes ao planejamento das aulas sobre as ligações químicas. Vale salientar que a sexta e a décima perguntas do mesmo, tomaram o enfoque de entrevista. Sendo assim, mais uma vez sintetizamos de forma simplificada o que disseram:

Entrevista			
Prof ^o	Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?	Há algum planejamento prévio para o uso de analogias e metáforas em suas aulas?	Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?
P.01	Não organizo, pois não planejo.	Não. Elas acontecem naturalmente.	Este ano não, mas em anteriores sim.
P.02	Melhor usar no meio da aula, para amarrar com a teoria e facilitar o entendimento, pra o aluno fazer a comparação. Dar mais credibilidade.	Planejo algumas coisas outras são de improviso.	Não. Pego a analogia que está no livro, mas não comento.
P.03	Conhecimento científico. Lanço uma situação problema. Escuto os alunos, a fim de saber os seus conhecimentos prévios. Dependo da conversa que tivemos com eles, usamos as analogias.	Não. Mas eu já sei que os alunos vão usar. Mentalmente, há, no papel, não.	Não. É coisa que gostaria de fazer neste próximo ano.

Quadro 21: Síntese da entrevista sobre o planejamento das aulas.

Procuramos assim discorrer o depoimento de cada professor, de acordo com as respectivas categorias que estão explicitadas no quadro 06 (metodologia).

O professor 01, diz que as analogias acontecem naturalmente segundo o que os alunos durante a aula perguntarem, como também diz ter comentado com os mesmos as analogias ou metáforas existentes nos livros didáticos para o ensino médio, conforme o depoimento:

“Não. Elas acontecem naturalmente. Eu não vou planejar um determinado conteúdo, ah... Vou planejar esse conteúdo, vou usar esse exemplo, até porque uma aula não é uma coisa estática é uma coisa dinâmica. Então pode surgir uma pergunta que não esteja no meu escripte, não é? Como é que eu vou montar um roteiro? (...) Já cheguei a discutir alguns exemplos...esse ano acho que não, mas em anos anteriores já discuti exemplo equivocados ... Os livros mais antigos usavam muito animação é, por exemplo, eles até colocavam, é... um atomozinho com perninha, olhinhos, tal, feito... Como se fosse algo de ser humano, aí eu digo: olhe gente isso aqui é um pouco estranho, porque o átomo não é assim, quer dizer, os modelos que nós temos, não caracterizam animações desse tipo, entendeu? (...) tinha muito isso antigamente era bem interessante (...) uma outra coisa ridícula que eu acho, é... A unidade de massa atômica, aí ele colocava uma balança de dois pratos,..., aí falava: aqui um átomo é sódio, onze fatias de 1/12 do carbono doze (...) não vou botar o total pra equilibrar, sei lá, vinte e três fatias”

Neste depoimento do P.01, vimos que qualquer comentário sobre a limitação das analogias independe de capacitação durante ou após a graduação, conforme argumentou em outra fala que transcrevemos anteriormente (p.85), pois o mesmo discorreu a seus alunos as falhas que esse tipo de abordagem no livro didático acarreta. Além do mais, o mesmo acredita ser desnecessário qualquer planejamento para utilizar as analogias ou metáforas durante a aula. Semelhantemente ao que afirma o professor, o uso de imagens abusivas pode resultar em obstáculo a aprendizagem, pois de acordo com o que pudemos ver em Bachelard (1996), esta é um tipo de animação de natureza classificada por animista, pois compara átomos a pessoas que possuem necessidades e sentimentos. Mas, Bachelard (1996) delimita em uso abusivo das mesmas, com o surgimento de entraves e ou obstáculos à aprendizagem somente quando acontecem sem que ocorra planejamento ou segundo Oliva et al. (2001), se não forem apontadas às falhas ou limitações que elas apresentarem.

Vemos mais uma vez, que para a utilização de analogias e metáforas acontecerem, de maneira favorável durante a aula, é necessário o planejamento ou que pelo menos os professores tenham conhecimento de uma metodologia para o uso das mesmas, caso haja necessidade de no decorrer de sua aula empregá-las.

Entretanto o uso desta na estratégia didática da introdução do conceito científico é primordial, pois não podemos negar a sua utilização para o ensino das Ciências, conforme afirma o P.01:

(...) “parece que é inevitável o uso de analogia, porque não dá para explicar usando a linguagem como ela é do cientista, inclusive para nós na universidade eles já fazem adaptação, eles chamam de transposição didática. Nós temos que passar aquilo que o livro didático nos oferece, se nós saímos um pouco dali, já começa a complicar a cabeça do aluno, não é”?

Este considera que as analogias e metáforas são formas de adaptação ou transposição didática, onde também relata que muitos professores durante a graduação tiveram que fazer tais adaptações ao conceito científico, para que pudesse entender.

Então o que motivou este professor a fazer uso das mesmas, na forma antropomórfica ou animista, para subsidiar o conhecimento de química foi facilitar a

adaptação, isto é, a transposição didática do conhecimento puro da ciência, para uma linguagem que fosse mais alcançável pelo aluno.

Para o P.02, o uso de analogia ou metáforas durante as aulas, desperta no aluno maior credibilidade com relação ao conteúdo. Entretanto argumenta, tanto no questionário, quanto na entrevista, que às vezes planeja e outras não, assim como o melhor é empregá-las no meio da aula para consolidar o conceito científico, surgindo de imediato durante a abordagem, como foi o caso da que empregou para as ligações metálicas:

(...) “Melhor no meio da aula..., durante, pra amarrar com o conceito teórico, não é... Pra prender justamente o conhecimento, não é... Pra facilitar o entendimento ele vai fazer justamente à comparação com o conceito teórico. Então uma coisa amarra a outra. Fica com mais credibilidade (...) É planejo alguma não, é de improviso, com a dúvida do aluno, então pra sanar aquela dúvida a gente tem que usar a analogia, tem que fazer uma coisa (...) pegar algum exemplo bem simples assim, e tentar desenvolver o conceito... Algumas vezes sim, mas algumas vezes não. Surge na aula (...) Então, aquela mesmo que você viu? Que a gente citou aqui da ligação metálica mesmo, não foi planejada não. Foi uma coisa espontânea, foi um negócio é...meio que de improviso, não é? Justamente pra facilitar o entendimento do aluno, usou o meio que estava na mão, estava mais fácil... Pelo menos eles entenderam (...) assim então perguntou-se: facilitou ou não? Eles dão logo o retorno, “não facilitou”. Então... eles ficam conscientes é... que aquilo é somente pra facilitar o conhecimento científico” (...)

De acordo com o depoimento, o P.02 argumenta que para a dúvida do aluno ser esclarecida ou “sanada”, é necessário o uso de analogias, por meio de algo que seja extremamente simples para o aluno, isto é, que faça parte do cotidiano do mesmo, como anteriormente transcrevemos.

Ainda, a analogia que o professor se refere, vimos durante as observações de campo, foi uma utilizada na aula de ligações metálicas. Ao iniciar a abordagem do conteúdo, aplicou a analogia do mar de elétrons, que podemos considerar como de caráter histórico, pois perdura até o presente por encontrarmos nos livros de nível técnico e ensino médio. No final da explanação do mesmo, aplicou uma outra analogia, fazendo uso de um marcador de quadro ou lápis piloto, em que para demonstrar macroscopicamente como acontece a migração dos elétrons da eletrosfera dos átomos metálicos envolvidos na formação do composto metálico, para o núcleo de átomos que sejam iguais e vizinhos. O lápis que circulou de mão em mão entre todos os alunos e enquanto isso ocorria, o professor falava que de

igual modo acontecia com os elétrons que migravam da eletrosfera para os núcleos dos átomos iguais e vizinhos, no intuito de melhor subsidiá-los na compreensão do conceito científico. Entretanto o professor não discorre para os alunos que essas se tratam de ferramentas didáticas e não do próprio conceito científico.

Carvalho e Justi (2005), em pesquisa realizada na abordagem da analogia do mar de elétrons discorrem que os alunos apresentam dificuldades na compreensão da mesma, além dos que pensaram que esta é o próprio conceito científico. Desse modo conjecturamos que, pensar nos educandos como capazes de fazerem a transposição entre a analogia empregada e o conceito científico, sem que ocorra a intervenção do professor é aceitar que a dificuldade do aluno é natural, sem que nada seja possível fazer. A prova disso é que os alunos da referida pesquisa, não perceberam que a aplicabilidade da analogia do mar de elétrons e o conceito científico são distintos.

Com relação ao planejamento P.03, diz que inicialmente lança a situação problema e que o uso de analogias durante a aula é condicional, pois depende da conversa que tem com os alunos ao longo da aula:

(...) “você anuncia, com a situação problema que é aonde você quer chegar, uma situação problema do que é o átomo, um exemplo: você lança buscando o que? Os seus conhecimentos prévios, essa é a minha seqüência. Bom, após essa discussão, não é, com o aluno (...) pelo entendimento do mesmo (...), vamos dizer assim, a totalidade da confusão e do conflito que foi gerado dentro desse diálogo, você utiliza o conhecimento, primeiro, o científico, não é, você utiliza e se ele não conseguir, depois mesmo da conversa com eles, não é, ou depende (...) tem que usar primeiro, o tradi... o conhecimento científico ou a analogia. (...) Então a gente diz o que é se ele não compreender, então eu volto dentro dessa seqüência, vai ter o que? Uma analogia feita por mim pra que ele compreenda. Então vai depender muito do momento, não tem uma seqüência muito valorosa não. Ela tem assim: escutar o que o aluno tem de representação”.

De acordo com o depoimento do P.03, o uso de analogia está relacionado aos problemas de aprendizagem que os alunos apresentam durante o desenrolar da aula.

Durante o depoimento do P.03, afirma que há um planejamento de natureza mental:

(...) “Há um planejamento mental. Se você perguntar assim, há um planejamento escrito, não. Mas há um planejamento mental, sim. Porque quando você vai às questões abstratas de química, aí você se pergunta, dispondo-se a explicar e diz assim: como é que eu vou explicar isso se o aluno não compreender? Então é naquele momento que vem mil e uma idéias de como pode interagir, através das analogias... mentalmente sim”.

Dessa forma podemos perceber que o P.03 apresenta certa coerência metodológica para fazer uso das analogias e metáforas como recurso didático, pois organiza uma seqüência que caracteriza como mental, a pesar de não planejá-las, mas vimos durante as observações que os alunos participavam consideravelmente.

Com relação as analogia e metáforas presentes nos livros didáticos diz não discutir: “Não tive a oportunidade, não é. É coisa que gostaria de fazer neste ano de 2008” (...).

Diante de tudo que vimos, entendemos que o que leva os professores investigados fazerem uso de analogia e/ou metáforas, está associada a falta de compreensão do conceito científico pelos alunos durante a aula.

O P.02, afirmou que o uso de analogia durante a aula é de caráter espontâneo, enquanto que para o P.03 este é de natureza mental, por possuir uma seqüência.

Assim, pudemos perceber na entrevista de cada professor que a empregabilidade de analogias e metáforas não necessitam passar por planejamento. No entanto, de acordo com o modelo TWA (HARRISION; TREAGUST (1994) apud FERRAZ; TERRAZZAN, 2003) para que estas possam assumir a função de ferramenta didática e subsidiar o conteúdo a ser estudado, é necessário que o professor:

- (i) Introduza o conhecimento a ser estudado (quanto tempo irá delimitar, para isso vai depender da sua vivência com os educandos);
- (ii) Sugerir o análogo, através de debates ou discussões com a intenção de ver até que ponto os alunos conhecem ou não a analogia;
- (iii) Identificar as características mais relevantes que a analogia apresenta, bem como encontrar todos os pontos de semelhanças entre o conceito científico e o análogo em uso;

- (iv) Identificar quais as possíveis falhas que o análogo apresenta, isto é, qual a forma como os alunos interpretam o análogo, se de maneira errônea, para então corrigi-lo e ver as semelhanças entre o análogo e o conceito científico. Isto diz respeito ao planejamento.

Durante a observação das aulas os professores introduziram o conhecimento a ser estudado coincidindo assim com o ponto (i) do modelo TWA. Entretanto não foi observado entre os mesmos qualquer discussão a título de diagnosticar dos alunos a profundidade de conhecimento sobre o análogo aplicado.

A apresentação da similaridade abordada aconteceu de maneira tradicional, se tomarmos como referencial o modelo TWA, por desconsiderar dos educandos se conheciam a comparação adotada, da mesma forma que os professores investigados. Todavia apenas o P.03, contemplou de maneira muito rudimentar esse procedimento, por iniciar discussões, porém somente considerou que os mesmos conhecem o análogo da mesma forma que ele.

Com relação aos pontos (iii) e o (iv) do modelo TWA, dos professores investigados, somente o P.03 contemplou tal situação, pois tanto na observação das aulas, quanto na entrevista, ao se referir a analogia do casamento, procurou mostrar aos alunos as semelhanças entre este e as ligações químicas, pois assim como no casamento acontece a união entre as pessoas que têm algo em comum, ocorre entre os átomos que precisam receber elétrons. Entretanto, a mesma não esclareceu aos alunos que no caso das ligações covalentes isso é possível, enquanto que para as ligações iônicas, não; e acreditamos que pode ter acarretado algum obstáculo à aprendizagem dos alunos, uma vez que o professor pode não ter diferenciado a analogia ou a metáfora empregada do conhecimento científico enfocado. Tal postura nos remetermos a Bachelard (1996), que aborda sobre os entraves ao aprendizado dos alunos.

Já para o ponto (v) do modelo TWA, os professores investigados desprezaram consideravelmente as falhas que os análogos aplicados poderiam apresentar, bem como os alunos entenderam o mesmo para então corrigir as possíveis falhas de interpretação.

Vimos que as analogias e metáforas que foram empregadas durante a aula são de natureza concreta e de familiaridade ao aluno, dinheiro, casamento, por exemplo, fazem parte do cotidiano de qualquer pessoa, porém se tivessem passado por planejamento ou por certa coerência metodológica conhecida pelo professor seriam mais bem exploradas, pois a analogia utilizada pelo P.02 do lápis que circula de mão em mão, entre todos os alunos da sala, entendemos que o tempo utilizado e os comentários que foram realizados foram muito curtos. De acordo com os critérios estabelecidos por Oliva et al. (2001) isso pode criar dificuldades entre os alunos. Fato este que o professor não investigou dos mesmos, se e como interpretaram a analogia, onde pode ter culminado em possíveis obstáculos a aprendizagem dos educandos.

Sobre os benefícios que as analogias e metáforas podem trazer no entendimento do conceito científico, segundo Oliva et al. (2001) estas contribuem para aguçar a criatividade dos alunos, de acordo com o depoimento do P.03, em que muitas vezes os alunos utilizam analogias, com o fim de auto-avaliação, isto é, eles possuem concepções alternativas ao utilizarem analogias para melhor entenderem o conceito científico:

“Então muitas vezes, dependendo do aluno, se ele disser algo do cotidiano dele, ou ele mesmo, faz uma analogia as vezes, a gente nem pede mas ele faz, ah professora deixa ver se eu compreendi aí ele dá uma analogia, é por aí. Então átomo é isso: são partículas, tal, tal, tal”.

Por exemplo, após aplicar uma analogia durante a aula de ligações químicas, vimos que a aluna do P.02, sente a necessidade de reforçá-la ao repetir para uma colega e transformar a mesma a seu modo, de acordo com o recorte que fizemos do diálogo entre o professor e a mesma:

“Aluna - Professor, eu não entendi muito isso não.
P. 02- [...] Esse elétron aqui, ou, é justamente o elétron do oxigênio... Ou, faz o seguinte: vai formar duas ligações aqui, ou, uma covalente simples e uma dativa, é porque o oxigênio tá o que? Compartilhando, esses dois elétrons...
Aluna - Só ele que tá dando pra o outro.
P.02 - Está compartilhando.
P.02 - Vamos fazer o seguinte: pra você e eu, ê..., pra você e eu ter a estabilidade, certo, tanto você quanto eu tem que ter , o que? Tem que ter um lápis desse, certo, vou fazer o seguinte, se você não tem e eu tenho, eu vou fazer o que? Eu tenho dois, o quê que eu vou fazer, eu vou te dar um e ficar com outro...”

Aluna - Aí no caso só o senhor tá me dando, eu não tô lhe dando nada (riso),

P. 02- Eu estou compartilhando, esse aqui não é seu não, certo, esse aqui é emprestado pra gente viver o que? Viver bem estável.

Aluna - No caso, pra o senhor e eu vivermos bem, o senhor me dá um elétron, e eu só faço receber o elétron que o senhor tá me dando.

P.02- vou fazer o seguinte, pra você e eu, está o que? estável... Primeiro, eu vou ter que ter quatro lápis (referindo-se aos pilotos na mão), só que eu só tenho dois, nesse caso eu só tenho dois, e você só tem dois (a aluna está com duas canetas na mão), neste caso vai compartilhar os dois, esta ligação é o que?

Aluna 1A - Covalente.

P.02- Covalente simples. Se eu te entrego os dois...certo...compartilhar”...

A aluna 1A que a princípio disse não entender, após o uso da analogia, passa a participar mais da aula. Tal situação confirma o que OLIVA et al. (2001, 2004) comenta, com relação ao tipo de fonte e material das mesmas que podem ser retiradas e/ou elaboradas, pois fazendo parte do cotidiano do aluno e sendo de caráter aproximativo, pode validar o uso destas como ferramentas didáticas e apresentar-se como ativadoras do raciocínio analógico, ao desenvolverem a capacidade cognitiva, por aguçar a criatividade, a tomada de decisão e permitem a elaboração de percepções alternativas, bem como prever determinados eventos; foi o que pudemos perceber, após o uso da analogia pelo professor 02, na tentativa de ajudar a aluna a (re)construir o conhecimento de ligações químicas, a mesma transforma o que foi dito pelo professor para outra aluna:

“Aluna 1A - Deixa eu fazer aqui com ela (referindo-se a outra aluna), no caso, eu tenho dois negócios, aí eu quero...eu tenho dois negócios que se mexe (com dois lápis pilotos na mão), aí Natália não tem nenhum... aí como eu sou uma pessoa boa e generosa,...

P. 02- Natália tem, só que ela precisa o que?

Aluna1A - Ela precisa de um. Aí no caso, eu tenho dois negócios, Natália tem um bocado de negócio, só pra Natália fica estável, eu tenho que dá um a Natalia e ela não dá nenhum. Aí ela fica estável e eu também, ela fica com o meu e eu com o dela, ela com o meu e eu com o dela...

P. 02- Você não está dando, tá compartilhando...

Aluna1A - Eu estou compartilhando uma coisa que só eu tenho.

P. 02- Dá o lápis aqui,... o oxigênio, tem seis na última camada e o hidrogênio tem um...

Aluna 1A.. Tá vendo!

Pudemos perceber também que durante as observações das aulas os alunos de P.02 e P.03 participaram de forma efetiva em relação aos do P.01, que não fez uso de analogias e/ou metáforas. Os alunos de P.02 e P.03 se envolveram mais à

medida que os mesmos perguntavam, os professores lançavam as analogias e ou metáforas, como foi o caso do P.02.

Na busca de tentarmos ainda entender como os professores investigados utilizam as analogias e metáforas, fizemos as seguintes perguntas, que foram realizadas distintamente para cada um, de acordo com o que responderam no questionário:

P.01	8. Você no questionário diz que seria melhor evitar ou pelo menos reduzir o uso de analogias, em que situação as utilizam na sala de aula?
P.02	8. Você no questionário cita o uso da balança de dois pratos para facilitar a compreensão do assunto de equilíbrio químico. Ao citar este exemplo, você acha que este favorece a aprendizagem de seus alunos?
	9. Você já investigou como eles entendem a balança, dentro do conteúdo de equilíbrio químico?
	14. Em que momento da aula de ligações químicas você percebe a necessidade de usar as analogias e metáforas?
	15. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?
P.03	9. Como você costuma esclarecer aos alunos que o uso de analogias ou metáforas se tratam de representações? Dê exemplo.
	11. Em que momento durante a aula solicitou que os seus alunos elaborassem as analógica ou metáforas? No início, meio ou no final da aula?
	12. Qual a finalidade de solicitar ao aluno que elabore uma analogia ou metáfora?

Quadro 22: Perguntas distintas aos professores

Procuramos assim discorrer o depoimento de cada professor, de acordo com as respectivas, perguntando que estão explicitadas no quadro 22, bem como comentaremos posteriormente de acordo com o estabelecido na fundamentação teórica.

O P.01 no seu depoimento diz que se o conhecimento científico³ visto na aca-

3. O conhecimento científico é o saber investigado e proposto pela academia. Surgiu de acordo com as necessidades da sociedade de produzir materiais que fossem úteis ou em esclarecer um fato (MENEZES, 2006), por exemplo: no século V a. C, o extrato do salgueiro branco, era utilizado por Hipócrates, no tratamento da febre e da dor, por ter o princípio ativo salina. Este foi o primeiro fármaco sintético utilizado no tratamento terapêutico, pois em 1829, o farmacêutico francês H. Leurox isolou a salina, sendo posteriormente concluída em 1897, pelo alemão Felix Hoffman do laboratório Bayer; sendo atribuído ao salgueiro branco, o ácido acetilsalisílico, a aspirina (SILVA, 2003); este foi um problema do cotidiano que a academia investigou e elaborou para o uso da sociedade.

demia, tivesse sido da forma como esperava, o uso de analogias e metáforas, poderiam ser evitadas e reduzidas, mas de acordo com o nível de entendimento dos alunos, às vezes é inevitável:

“Como disse, desejava muito usar a linguagem científica como vem do cientista, queria que passassem isso para mim na universidade, não passaram, queria tentar evitar o máximo essas animações, que não condizem com o rigor científico, mas é aquela historia, as vezes é inevitável para o nível do aluno”.

Todavia, o uso de analogias e de metáforas fazem parte do cotidiano, sendo concomitantemente usadas para entender o novo conhecimento apresentado pela escola⁴. Independe da faixa etária, todos nós fizemos uso desta como estratégia na busca de compreender o novo. O P.01 argumenta que pelo fato do aluno ter dificuldades de aprendizagem por problemas de faixa etária e abstração do conceito científico é viável o uso de analogia e metáfora como ponte ou conexão entre o análogo e o abstrato.

No questionário, P.02 refere-se à utilização de uma balança antiga que possui dois pratos para pesagem, com a finalidade de subsidiar o conteúdo de equilíbrio químico. Quando instigado se o uso da mesma favorece a aprendizagem dos alunos, o professor argumenta:

“Creio que sim. Porque, já que a gente não tem o recurso da experiência, não tem nem tempo de analisar na prática essa questão de formação, de reação reversível ou não. Então eu acho que é uma maneira prática e lógica de mostrar justamente o equilíbrio, não é, se aumenta de um lado, você vai facilitar do lado inverso, aumenta do reagente vai facilitar o produto e aí por diante”.

4. O conhecimento escolar está relacionado ao saber apresentado pela escola, sendo oriundo do conhecimento científico pesquisado pela academia. Este sofre algumas modificações, com a finalidade de facilitar a compreensão dos educandos, sendo na maioria das vezes, feitas adaptações, tanto na linguagem apresentada, quanto até mesmo no sentido de transformações e deformações (MENEZES, 2006).

Para ele, o uso da analogia da balança pode servir além de recurso estratégico que introduz o conteúdo, a função de um recurso tecnológico, uma vez que supri a ausência de experimentos que visualizem o fenômeno do equilíbrio químico.

Além disso, deixa claro no depoimento a seguir, que investigou dos seus alunos superficialmente, se entenderam e como interpretam a analogia para então corrigir eventuais erros e obstáculos à aprendizagem, como recomenda Ferraz e Terrazzan (2002):

“Não. A gente já fez o que? Fez avaliação é... e comparou justamente o conceito da balança, ou seja, eu pergunto a eles, se eu acrescentar mais reagente, o que é que vai acontecer? O aluno responde o quê? Vai aumentar um certo produto. Então já fiz essa comparação, na sala sem muitas pretensões ... bem superficial”.

O professor investigou dos alunos a forma como entendiam a analogia por meio de uma avaliação e não durante a aula, quando a mesma foi aplicada. Tomando como referencial o modelo TWA, a recomendação para se investigar a forma como os alunos entendem as analogias, são por meio de debates ou discussões, de maneira que os alunos possam assim declarar como interpretam a mesma e não por meio de um fator surpresa como a avaliação.

Outro fato que pudemos perceber na entrevista de P.02 é que esta analogia quando foi abordada como avaliação (prova escrita), já havia sido empregada durante a explanação do conteúdo, sendo dessa maneira o aluno tratado como tábula rasa, pois a analogia foi depositada durante a aula, para então ser apreciada em forma de prova tradicional.

Então, perguntamos ao P.02, em que momento durante a aula, especialmente em ligações químicas, ele percebeu a necessidade de usar as analogias e metáforas:

“É justamente quando a gente expõe o conceito científico, não é,... Para facilitar também,... É o seguinte, você... mostra aqueles conceitos, conceitos muito teóricos e abstrato, muito micro, então como não tem uma certa experiência, não é, que ele trás do fundamental, justamente do micro, não é?... e sim ele quer mais saber do macro. Então tem que fazer justamente essas comparações, assim ... trazer o micro, pra o macro, pra ele tentar entender. Porque até no terceiro grau, quando a gente, é ... tem alguns conceitos que se a gente não tentar entender fazer comparações, a gente

não entende mesmo. Conceito de energia, de, dualidade, é... da matéria assim, tal, é complicado, se a gente não tentar entender só sobre uma questão teórica, tem que abstrair um pouco, tem que concretizar, não é? Não é nem abstrair, é concretizar, justamente esse conceito”.

De acordo com a fala de P.02, a seqüência didática que utiliza durante a aula segue os seguintes percursos metodológicos: inicialmente o conteúdo é de caráter abstrato e é apresentado e em seguida a analogia ou metáfora é utilizada, pois segundo este, os alunos que saem do fundamental, ainda não têm condições de interpretar facilmente o mundo microscópico, expondo que para a resolução do problema a alternativa é o uso de analogia ou metáfora. Entretanto, o mesmo desconsidera os conhecimentos prévios dos alunos, assim como a participação dos mesmos na construção das analogias ou metáforas utilizadas na aula, por exemplo.

Quando questionado de onde provêm as analogias usadas nas aulas de química, o P.02 responde que seria de livro e da própria criatividade. No caso do P.03, ao ser abordado como costumava esclarecer aos alunos que o uso de analogias e metáforas se tratavam de representações, ele responde que:

(...) “Durante a aula tem que ter esse cuidado, não é? Primeiro eu vou citar um exemplo aqui. Eu coloquei assim o que é fenômeno no quadro, não é? Então, aí, o cuidado que venho a ter é isso, após eles explanarem as analogias no próprio quadro onde eu dou todo acesso pra eles fazerem isso. Digo pra eles terem o cuidado que esta ... sabe o que é representar? Gente é algo como modelo, que vai te ajudar, mas é, ... Mas de antemão trabalhar pra que não bloqueei isso, (...) Nós usamos pra minimizar essas dificuldades... Cabe ao professor quando utilizar ou não, no momento que o aluno utiliza as analogias, ele ter esse diálogo aberto para não bloquear essas dificuldades que podem vir mais na frente”.

O P.03, no seu depoimento expõe como executa o que chama de planejamento mental. Diz que inicialmente apresenta o conteúdo a ser estudo em forma de pergunta, oportunizando aos alunos explanarem suas idéias sobre a temática. Observa quais os acertos, os pontos coincidentes entre os que ofereceram e o conceito científico. Então esclarece os alunos sobre as dúvidas e os erros apresentados. Tal postura aproxima-se dos pontos (i) e (iii) do modelo TWA.

Entretanto quanto à questão de esclarecer aos educandos sobre as comparações que fizeram ou que o mesmo utiliza na aula, que se tratam de analogias e de metáforas e que são usadas como estratégias didáticas na

aprendizagem, o mesmo adota o procedimento de interromper a seqüência em que o assunto vinha sendo abordado e inicia outras discussões, para diagnosticar dos alunos o que entendem por representação, modelos, analogias ou metáforas e essa postura do professor que declara no depoimento, pudemos ver também durante as observações da aula. No nosso entendimento o aluno deveria ser conscientizado previamente que o assunto da aula será focado com o uso de analogias e metáforas para facilitar o conceito científico a ser estudado e não interromper a aula para questionar dos mesmos o que compreendem sobre as ferramentas didáticas.

Perguntamos então ao P.03 em que momento da aula solicitou que os seus alunos elaborassem as analogias e metáforas e qual a finalidade de o fazê-lo? Ele argumenta que ao oportunizar que o aluno exponha os conhecimentos prévios é possível que o mesmo faça uso dessas ferramentas didáticas, pois:

(...) “Dos seus conhecimentos prévios, pode sair as analogias e metáforas, não tem começo, meio e fim. A aula é como um cenário de um filme que vai acontecer, não peço para eles elaborarem, desde o início. Mas no momento em que a aula vai acontecendo naturalmente, mais concepções prévias vão surgindo e aí a gente vai dialogar e outros vão citando outras analogias, mas no momento que precise, por que algum aluno não entende? (...) Então não tem assim um critério, algo rigoroso não. Mas que quando a gente vê que no cenário da sala de aula, ainda tem dúvidas, não é? A gente solicita que os colegas passem para os outros alunos, para que eles, não é? Melhorem até a linguagem. Às vezes utilizo, mas o colega sabe utilizar mais ... O negócio do casamento, eu achei interessante, a analogia que a menina usou, não pedir a ela em momento nenhum, não é? acredito que no momento em que ele passa a elaborar, certo? o que foi tudo já explanado, não é? Dentro do assunto, acredito que é uma avaliação, do que ele compreendeu. Então ele vai fazer suas próprias conjecturas, não é? Ele vai agora simular, entendeu? Uma definição dele de sua própria aprendizagem. Eu acho isso que é rico é um momento rico. Se ele conseguir, entendeu? Fazer sua própria analogia, entendeu? É... levar isso ao cotidiano e de elementos e objetos que ele conhece para interagir numa representatividade daquele tema, daquele assunto, daquela definição. Eu acho que aquilo ali vai mostrar, não é? O quanto ele compreendeu e absorveu o conhecimento”.

Assim para esse professor não existe uma seqüência de planejamento para a aula. Deixa explícito que o uso de analogias e metáforas como ferramenta didática, acontece de forma espontânea, quando diz que surge naturalmente, ao fazer uso ou solicitar a participação do aluno e este se posiciona. O P.03 acredita que também é uma forma de obter dos seus educandos se e como entenderam o conceito científico.

De acordo com o que os professores declaram e o que vimos durante as observações das aulas, o uso de analogias e de metáforas auxilia consideravelmente na aprendizagem dos educandos. Pudemos perceber que os alunos do P.02 e P.03, passaram a participar da aula e demonstraram também maior interesse diferentemente do que vimos com os alunos de P.01 que apresenta o conceito científico de maneira inquestionável. Apesar das analogias apresentadas por P.02 serem postas aos alunos como sendo algo irrefutável e que não foi em momento algum esclarecido para os mesmos que se tratavam de estratégias didáticas, muito embora tenha afirmado em seu depoimento que o aluno percebe que as mesmas são utilizadas como ferramentas didáticas e não o conceito científico, mas não investigou dos seus alunos para chegar a essa conclusão.

Assim os professores consideraram a utilização destas como estratégias didáticas a facilitar a aprendizagem dos educandos por oportunizar a compreensão de assuntos abstratos que permeiam a disciplina de Química.

Acreditamos que para as analogias e as metáforas serem utilizadas de maneira significativa como ferramenta didática é necessário que ocorra planejamento para assim não surgirem obstáculos e entraves a aprendizagem dos educando durante as aulas ou que pelo menos o professor faça uso de uma seqüência metodológica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que pudemos ver durante todos os momentos de observação de campo, os professores investigados fizeram uso das analogias e das metáforas como ferramentas didáticas de modo espontâneo, correspondendo às nossas expectativas iniciais para este trabalho.

Dessa forma, com relação ao primeiro objetivo estudado, dois dos professores investigados utilizaram as analogias e as metáforas para subsidiar a compreensão dos conceitos relacionados ao conteúdo ligações químicas, confirmando assim as pesquisas que enfocam especificamente sobre professores de Biologia e livros didáticos de Química (FERRAZ; TERRAZZAN, 2002; MENDONÇA; JUSTI, 2005) e que semelhantemente a estas, os professores não planejam as mesmas, empregando-as espontaneamente.

Quanto ao segundo objetivo de estudo, vimos que os professores investigados têm consciência que as analogias e as metáforas, são comparações que podem ser utilizadas como ferramentas didáticas para subsidiar o conceito científico. Porém, dois (P.02 e P.03) não souberam expressar a diferença entre uma e outra, apesar de terem declarado que existe, enquanto que para um deles (P.01) as mesmas apresentam igual significado.

Em relação ao terceiro objetivo, os professores ao aplicarem as analogias e as metáforas durante as aulas, apresentaram certa coerência metodológica, apesar do uso destas como ferramentas didáticas não passar por planejamento. Ao analisarmos como as mesmas foram utilizadas enquanto recurso didático, observamos que ocorreu de acordo com as dificuldades que os alunos apresentavam no desenvolvimento da aula. Estas tiveram inúmeras aplicações, que vão desde ilustração do conceito científico, reforço, ou avaliação individual tradicional (P.02), a situação problematizadora, verificação de aprendizagem durante a aula (P.03) ou até mesmo como uma linguagem que fosse mais fácil para a compreensão dos educandos (P.01). Além disso, apenas um dos professores (P.03), conscientizou os alunos que estas se tratavam de representações para facilitar a compreensão do conceito científico, enquanto que para um outro professor (P.02) o aluno tem condições de por conta própria diferenciar que o que fora utilizado são apenas recursos para facilitar a compreensão do conceito científico.

Dessa forma, quando as analogias e as metáforas são utilizadas, sem que ao aluno seja vinculada a participação efetiva na sua elaboração ou ainda sem que do mesmo seja investigado como entenderam a empregabilidade das mesmas, conforme anteriormente nos referimos (professor 02), o ensino será resumido a mera transmissão de conhecimentos. Esse resultado reforça o que afirma Oliva et al., 2003, pois enfatiza a necessidade do professor não se limitar em introduzir as analogias e as metáforas na sua metodologia, mas incluir os alunos na elaboração e na investigação de como esses entenderam a utilização dessas categorias; ou ainda diagnosticarem quais os conhecimentos cotidianos que os alunos já dispõem e que podem ser usados como recurso didático analógico e metafórico.

Entretanto, vimos ser ainda pouco freqüentes o uso de analogias e metáforas como ferramenta didática entre dois dos professores investigados (P.01 e P.02), talvez pela ausência de planejamento ou pelo fato dos mesmos não envolverem os alunos.

Apesar de na literatura encontrarmos grupos que enfatizem sobre as desvantagens advindas com o uso das analogias e metáforas como ferramenta didática, acreditamos que a omissão não é a alternativa, para se dar fim a toda e qualquer investigação concernente à aplicabilidade destas na sala de aula ou tão pouco afirmarmos que as mesmas não são úteis na estratégia didática do conceito científico, mas que sejam intensificadas pesquisas que possam subsidiar o professor quanto ao uso destas como ferramentas didáticas de forma a auxiliar o aluno na compreensão do que lhe é apresentado na escola.

Todavia ao buscarmos ações que possam nortear a aprendizagem com a utilização das mesmas, podemos tomar como ponto inicial a diagnose das noções metodológicas que o professor dispõe para então sugerirmos o planejamento das aulas, tendo como arcabouço o uso de analogias e metáforas como recurso didático para o ensino de Química.

Para que tais ações tenham êxito é necessário que o professor tenha como examinador do trabalho desenvolvido o aluno. O professor poderá solicitar dos educandos a elaboração de analogias ou metáforas, bem como esclarecer a eles quais os pontos de semelhanças e as limitações que as mesmas apresentam. Enfim, a participação do aluno será primordial, pois é para contribuir na formação dele como cidadão crítico de transformar o meio e por ele ser transformado que a aula e a escola existem.

Apesar das analogias, segundo a literatura (CACHAPUZ, 1989; NAGEM et al. 2003) apresentarem *maior* função estruturante de comparação ou ponte entre o análogo e o conhecimento alvo, acreditamos que as metáforas são *pouco exploradas* como estratégia didática com relação às analogias, podendo ser o enfoque de futuras pesquisas. Vale salientar que as metáforas, pela grande abrangência que exercem, deve se ter muito cuidado na forma como são utilizadas, para que estas não sejam fontes de impedimento à aprendizagem; pensamos que seja necessário esclarecer aos professores a diferença entre uma e outra, para que possam escolher e decidirem qual devam estruturar e empregar no planejamento das aulas como ferramenta didática: apenas as analogias, apenas as metáforas ou as duas.

Diante da necessidade exposta, propomo-nos em trabalhos posteriores desenvolver pesquisas que possam subsidiar esses profissionais quanto ao uso planejado das analogias e metáforas como ferramentas didáticas.

Sugerimos ainda pesquisas que diz respeito às questões concernentes à utilização de analogias e metáforas pelos professores como ferramentas didáticas, a saber:

- Quanto ao número: qual das duas foi mais usada durante as aulas.
- Quais as dificuldades específicas que os mesmos venham a sentir com a empregabilidade destas.
- Por que as metáforas foram menos usadas que as analogias?
- É mais difícil usar as metáforas que analogias?
- Por que um professor conseguiu usar a metáfora e o outro não?
- Quando os professores usaram as metáforas, elas foram menos ou mais estruturantes, confirmando ou discordando do que aborda a literatura?

Discussões quanto ao uso de modelos didáticos elaborados com a empregabilidade de analogias e metáforas, para auxiliar na compreensão do conhecimento científico, são temas indispensáveis que podem ser abordados tanto na formação inicial, quanto na continuada de professores para que possam assim fazer uso de estratégias didáticas, como as analogias e as metáforas de maneira mais efetiva.

Almejamos que em um futuro próximo possamos dar continuidade a este trabalho, de maneira a contribuir na formação inicial ou continuada de professores de Química e conseqüentemente subsidiar na aprendizagem significativa dos educandos.

REFÊRENCIAS

REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAIJN, A. ; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio - Pesquisa em educação em Ciências**, Minas Gerais, V. 02, N. 02 p.1-11. dez. de 2002. Disponível em:<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: abr. 2006.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das Ciências**. São Paulo: Papirus, 1990. p. 47-55.

ATKINS, P.. **Princípios da Química**. Porto Alegre: Bookman, 2001. p. 180-211.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contrapontos, 1996. p. 91-119.

BARSA. **Nova enciclopédia planeta internacional**. Lugar: Editora, 2006. p.359.

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química Geral**. , Rio de Janeiro: livros textos e científicos, 1996, V. 01. p. 118-130.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R.. Interpretações sobre o conceito de metáforas e analogias presentes em licenciados de física. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, N. Extra, p.1-5, VII congresso. Disponível em: http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/2_Provectos_Curri/2/Bozelli_661.pdf

BOYER, C. B.; MERZBACH, U. C. **História da matemática**. São Paulo: Edgar Blücher, 1996. p. 57-68.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E. L.; BURSTEN, B., E., **Química: ciência central**. Rio de Janeiro: livros textos e científicos, 1999. p. 163-166.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. **Revista Portuguesa de Educação**. Portugal, v. 3, n. 02, p. 117-129, 1989.

CEGALLA, D. P. **Novíssima Gramática da Língua Portuguesa**. São Paulo: Nacional, 43.^a ed. 2000. p. 624.

CHAMPLIN, R.; NORMAN, B.; MARQUES, J. **Enciclopédia de Bíblia, Teologia e Filosofia**. São Paulo: Candeia, V. 01, 3ª edição, 1993. p. 149 - 150.

CHASSOT, Á. **Educação consciência**. Rio Grande do Sul: Edunisc, 2003. p.161-166. .

COLL, R. K.; FRANCE, B.; TAYLOR, I. El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: implicaciones desde la investigación, **Eureka enseñanza, divulgación científica**, Barcelona, v.01 n. 3,p. 160-162, 2006.

CARVALHO, N. B.; JUSTI, R. S. Papel da analogia do mar de elétrons na compreensão do modelo de ligação metálica. **Enseñanza de la ciencias**, Barcelona, número extra, VII congreso, 2005. Disponível: <http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/2_Proyectos_Curri/2_3/carvalho_175.pdf>. Acesso em: jun. 2006.

COSTA, C.; ROCHA, G.; ARCÚCIO, Mônica. **A entrevista**. 2004/2005 Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/entrevistat2.pdf>. Acesso em: 29/01/2008.

DÍAZ, J. A. A. El papel de las analogías creatividad de los científicos:la teoría del campo eletromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias. **Enseñanza y divulgación de las ciencias**, Barcelona, v. 1, n. 3, p.188-205. 2004.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.10, N.01, p. 1-34. Març. 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.> Acesso em: 06 fev. 2007.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors em learning. **Science Education**, Pensylvania, V. 75, N.06, p.649-672,1991.

DAGHER, Z. R. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, Pensylvania, V. 78, N.06, p.601-614,1994.

FARIAS, E., In **Dicionário Escolar Latino-Português**. Rio de Janeiro: Fernami – Fundação nacional de material escolar, 5ª edição, 1975. p.614.

FERREIRA HOLANDA, A., B. **Dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. p. 2128.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio- Pesquisa em educação em Ciências**, Minas Gerais, V. 04, N. 02 p.1-13. Dez. 2002. Disponível em:<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: jan. 2007.

_____. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciências e educação**, Bauru, São Paulo, V. 09, N. 02 p.213-227. 2003. Disponível em:<<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/viewarticle.php?id=52&layout=abstract>>. Acesso em: out. 2007.

FONSECA, M. R. **Da Interatividade química: cidadania, participação e transformação**. São Paulo: FTD 2003, p.164-173. V. único.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e a ética das ciências**. São Paulo: Unesp, 1995. p. 65-69.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogias em la ensenanza de las ciencias. **Ensenanza de la ciencia**, Barcelona, V.19, N.2, p.231-242, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006. p. 41-43.

GONZÁLEZ, F.; BENIGNO, M. G.; JIMÉNEZ, T. Hacia una evolución de la concepción de analogía: aplicación al análisis de libros de texto. **Investigación didáctica**, Barcelona, V. 23, N.01, p. 33-46. 2005.

GUTÍERREZ, R. Modelos y modelización. **Enseña de la ciência**. Barcelona, número extra, VII congreso, p.1-2, 2005.

HOUAISS, A. **Dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro. Objetiva, 2.^a ed. 2004, p. 202, 1907).

JAPIASSU, H. **Introdução ao pensamento epistemológico**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992. p. 63-91.

LIMA, A. A.; NUNEZ, I. B. Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. In: NUNEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. (Org.). Porto Alegre: Sulina, 2004. p. 245-263.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Eduerj, 1999. p. 109 – 201.

LOPES, A. R. C. Potencial de redução e eletronegatividade: obstáculo verbal. **Química nova na escola**. N.4, p.21-23, 1996.

MACHADO, A.H.; MOURA, A.L.A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química. **Química nova na escola**. N.2, p.23-30, 1995.

MACADO, L. **Uso de termos personificadores por professores de Química**: uma análise qualitativa. 2006. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, p. 21- 25. Disponível em: <http://www.if.usp.br/cpgi/DissertacoesPDF/LuciaMachado.pdf>. Acesso em Abr/2008.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J., **Química: um curso universitário**. São Paulo: Edgar Blücher, 1995. p. 142-146, 150, 151, 158, 162, 307-313, 316, 320,

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva. *Técnicas de pesquisa*: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1982.

MENEZES, A. A. B. **Contrato didático e transposição didática: inter-relação entre os fenômenos didáticos na iniciação à álgebra na 6ª série do ensino fundamental**. 2006. Tese (doutorado em educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 30-42.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**, Rio de Janeiro: livros textos e científicos, V. 01, 1997. p. 1-15.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Construção de modelos no ensino de ligações iônicas. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. São Paulo: BAURU, 2005. Disponível em: <<http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/oralarea1.htm>>. Acesso: 06 de fev. 2007.

MILAGRES, V. S.O., JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico. **Química nova na escola**, N. 13, p.42-46, maio 2001. Disponível em: <http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/qnesc_13 >jan. 2008. Acesso em: mar. 2006.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogia em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. . **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.05, n.2, p.1-23. Ago.2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm> Acesso em: mar 2006.

MORAES, R. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: Edipucrs, 2000, p. 69-99.

NAGEM, R. L.; FIGUEROA, A. M. S.; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. Expressão e recepção do pensamento humano e sua relação como processo de ensino e aprendizagem no campo da ciência e da tecnologia: imagens, metáforas e analogias. SEMINÁRIO DE METODOLOGIA DE ENSINO NA ÁREA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Concurso público para o magistério superior no centro federal de educação tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.55.1997. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mc08ronaldonagem.doc>. Acesso em: Abr 2006.

NAGEM, R. L.; FIGUEROA, A. M. S.; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. Analogias e metáforas no cotidiano do professor. Minicurso. POÇOS DE CALDAS, MINAS GERAIS. p.2-13, 2003. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mc08textocomplementar.doc>. Acesso em: Jan 2007.

OLIVEIRA, M., **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Recife: BAGAÇOS, 2003.

_____. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Recife: BAGAÇOS, 2005.

OLIVA, J. M.; ARGÓN M., M. M.; MATEO MAROTO, J.; BONAT, M. Uma proposta didáctica basada em la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. **Ensenanza de la ciencias**, Barcelona, v. 03, n.19, p. 453-470, 2001.

_____. El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. **Ensenanza de la ciencias**, Barcelona, v. 3, n.3, p.1-23, 2004.

_____. Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. **Ensenanza de la ciencias**, Barcelona, V. 21, N. 3, p. 429-444, 2003.

OLIVA, J. M. Rutinas e guiones Del profesorado de ciências ante el uso de analogías como recurso de aula. **Revista Electrónica de Enseña de las ciencias**, Barcelona, v.2,n. 1, p.1-13, 2003a.

PÁDUA, I. C. A. **Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo**, Anais da ANPED, PUC-MG, 2004. Disponível em:<<http://www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/isabelcamposaraujopadua.rtf>>. Acesso em: 05 fev. 2006.

PARENTE, L. T. S. **Bachelard e a química**, Fortaleza: UFC, 1990. p.29-41.

PAIS, L. C. **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. Belo horizonte: autêntica, 2001. p. 18-19.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto científico**. Petrópolis: Vozes. 1989. p. 55-60

SARDELA, A.; FALCONE, M. **Química: série Brasil**. São Paulo: editora Ática, 2005. p.102-111. Volume único.

SILVA, J. R. da. **Síntese de Benzotiazinas**. Monografia apresentada ao Departamento de Química da UFRPE, 2003, p. 19-22.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S.; FERREIRA, P. F. M. Analogia utilizada no ensino dos modelos atômicos de Thomson e Bohr: uma análise crítica sobre o que os alunos pensam a parti delas. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.11, N.01, p. 1-12, Març. 2005. Disponível em:<<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 05 fev. 2007.

TERRAZZAN, E. A.; SILVA, L. L.; PIMENTEL, N. L.; AMORIN, M. A. L.; GIRALDI, P. M.. Atividade didática com uso de analogias em aulas de ciências. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. São Paulo: BAURU, 2003.

TERRAZZAN, E. A.; SILVA, L. L.; PIMENTEL, N. L.; GAZOLA, C. D.; SILVA, L. L.; BUSKE, R.; AMORIM, M. A. L.; FREITAS, D. S.; METKE, J. Apresentações analógicas em coleções didáticas de Biologia, Física e Química. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. São Paulo: BAURU, 2003a.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química geral**, São Paulo: Saraiva, 2005. p. 190-204,V.1

APÊNDICE A- Ficha de identificação

Caro professor, está é uma ficha de identificação que tem a finalidade de apenas conhecermos um pouco mais sobre o seu trabalho. A sua contribuição é extremamente importante para o andamento de nossa pesquisa. Agradecemos desde já pela riquíssima colaboração e contamos com a sua ajuda!

Nome: _____

a- Idade: _____ b- Sexo _____

b- Escola (s) em que trabalha (rede de ensino)

Turno que trabalha: () manhã () tarde () noite

c- Qual o números de turmas que possui? _____

d- Há quantos anos leciona química? _____

e- Em qual (is) níveis de ensino você já atuou / atua?

() fundamental () médio
() _____

- Assinale as disciplinas que já lecionou/leciona e o tempo de ensino em cada uma:

() química _____ ano (s) () física _____ ano (s)
() matemática _____ ano (s) () biologia _____ ano (s)
() _____

f – Qual a sua formação? _____

g- Em caso, de ter concluído outro curso de graduação, cite qual:

g- Possui pós-graduação? () sim () não

Em caso de ter respondido sim:

-Tipo de especialização _____

Obs: _____

h- Qual literatura costuma consulta para preparar as suas aulas?

APÊNDICE B - Questionário

3. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situações?

4. Em sua opinião, o que são as analogias? Dê exemplos.

3. Em sua opinião, o que são metáforas? Dê exemplos.

4. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.

6. Há algum planejamento prévio para o uso de analogias e metáforas em suas aulas de Química? Explique.

5. Quais os conteúdos de Química que você costuma utilizar analogias e metáforas?

9. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?

8. Você já solicitou que seus alunos elaborassem analogias e metáforas durante a aula?

() sim () nao

9. Ao utilizar uma analogia e metáfora em sala como você organiza a seqüência de ensino?

10. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?

APÊNDICE C - Entrevista para o professor 01

1. você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situação?

2. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.

3. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?

4. Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?

5. Quais os conteúdos que costuma usar as analogias e metáforas?

6. Há algum planejamento prévio para uso de analogias e metáforas em suas aulas de químicas? Explique.

7. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?

10. Você no questionário diz que seria melhor evitar ou pelo menos reduzir o uso de analogias, em que situação as utiliza na sala de aula?

9. Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?

APÊNDICE D - Entrevista para o professor 02

1. você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situação?
2. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.
5. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?
6. Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?
7. Quais os conteúdos que costuma usar as analogias e metáforas?
8. Há algum planejamento prévio para o uso de analogias e metáforas em suas aulas de químicas? Explique
7. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?
8. Você no questionário cita o uso da balança de dois pratos para facilitar a compreensão do assunto de equilíbrio químico. Ao citar este exemplo, você acha que este favorece a aprendizagem de seus alunos?
11. Você já investigou como eles entendem a balança, dentro do conteúdo de equilíbrio químico?
12. Como as analogias e metáforas podem contribuir na visualização de conceitos abstratos?

13. Que tipo de analogia e metáfora costuma citar para as aulas de ligações químicas?
14. Como se dá o planejamento das aulas para usar as analogias e metáforas?
15. No caso de ligações químicas, é feito este planejamento?
16. Em que momento da aula de ligações químicas você percebe a necessidade de usar as analogias e metáforas?
17. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?
18. Quais os conteúdos que costuma discutir o uso de analogias e metáforas com seus alunos?

APÊNDICE E - Entrevista para o prof. 03

1. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situação?
2. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.
3. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?
4. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.
5. Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?
6. Há algum planejamento prévio para uso de analogias e metáforas em suas aulas de químicas? Explique
7. Quais os conteúdos que costuma usar as analogias e metáforas?
8. Você discute as analogias e metáforas existentes no livro didático com seus alunos?
9. Como você costuma esclarecer aos alunos que o uso de analogias ou metáforas se tratam de representações? Dê exemplo.
10. Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?
11. Em que momento durante a aula solicitou que os seus alunos elaborassem as analógica ou metáforas? No início, meio ou no final da aula?
12. Qual a finalidade de solicitar ao aluno que elabore uma analogia ou metáfora?

APÊNDICE F - Normas para submissão de trabalho da RBPEC

Normas de submissão e envio

A revista publica artigos em português, espanhol e inglês. Define-se como uma revista na área de **educação em ciências**, mas que tem abertura para publicar artigos de pesquisa que possuam implicações claras para a área. São considerados para publicação trabalhos inéditos e concluídos, em diferentes formatos: artigos de pesquisa empírica, propostas de fundamentação teórica ou metodológica para a pesquisa, revisões críticas da literatura de pesquisa da área, ensaios ou posicionamentos fundamentados na literatura de pesquisa.

Os autores devem eliminar auto-referências ou marcas que conduzam à sua identificação.

Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.

A revisão lingüística antes do envio da versão final para publicação deve ser feita pelos próprios autores.

Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.

Originais deverão ser submetidos somente por via eletrônica para editoriaRBPEC@gmail.com com cópia para isabelgrmartins@uol.com.br acompanhados de uma carta contendo identificação dos autores, filiação institucional e endereços, eletrônico e postal, para correspondência

APÊNDICE G– Artigo submetido

As concepções dos professores de química do ensino médio sobre as analogias e metáforas

Janaina Rodrigues da Silva¹
Universidade Federal Rural de Pernambuco¹
janainasilv@oi.com.br¹

Suely Alves da Silva²
Programa de pós-graduação em ensino de ciências
Universidade Federal Rural de Pernambuco²
suelyalves@yahoo.com²

Resumo

Analogias e metáforas, que etimologicamente significam relações de semelhança entre coisas e transposição do sentido próprio ao figurado, têm sido utilizadas no cotidiano, na evolução da Ciência e como ferramentas didáticas, com o intuito de facilitar na comunicação. Diante do presente pressuposto, o objetivo deste trabalho foi observar se os professores utilizam as analogias e as metáforas nas aulas para a compreensão do conteúdo das ligações químicas, bem como diagnosticar as opiniões dos professores investigados sobre as analogias e as metáforas. Para tanto, foram considerados três professores de Química da rede pública estadual, que tiveram suas aulas observadas, responderam a um questionário e a uma entrevista. Os resultados mostraram que dos professores investigados, um fez uso das analogias, enquanto que dois aplicaram analogias e metáforas. Dessa forma, os professores empregaram as analogias e as metáforas de modo espontâneo sem que houvesse planejamento definido.

Palavras-chave

Analogias, metáforas, ligações químicas e ensino de Química.

Introdução

As analogias e as metáforas são notadamente utilizadas no cotidiano na comunicação entre os indivíduos, com o intuito de facilitar a compreensão entre os mesmos, envolvendo muitas vezes a ilustração, a refutação, o reforço ou até mesmo auxiliando na elaboração de um novo raciocínio.

O uso dessas como subsidiadoras à aprendizagem, não é recente. Ao desenvolver a habilidade da fala, os indivíduos buscaram subsídios que pudessem auxiliar na comunicação. Na evolução do saber científico, as analogias e metáforas foram consideravelmente usadas para

auxiliar na elaboração de novos saberes científicos por cientistas ilustres como Maxwell e Kekulé (CACHAPUZ, 1989; DÍAZ, 2004).

Assim, quando falamos em analogias e metáforas associamos a estas as idéias de comparação e ilustração, com o propósito de facilitar ou até mesmo exemplificar o que dissemos. Nesta direção, sentimos a necessidade de fazer uma distinção entre essas duas categorias, pois, na maioria das vezes, são aplicadas indistintamente. Etimologicamente, analogias e metáforas, respectivamente, significam: relação de semelhança entre coisas ou fatos; designação de um objeto ou qualidade mediante uma palavra que designa outro objeto ou qualidade que tem com o primeiro uma relação de semelhança, mudança, transposição do sentido próprio ao figurado (HOUAISS, 2001, p. 202, 1907).

As analogias e as metáforas no ensino de Ciências recebem conotações de semelhança entre um fato familiar, domínios entre um saber conhecido e um outro desconhecido ou que não são coincidentes.

No contexto escolar as analogias e as metáforas também são empregadas por muitos professores para subsidiarem a construção do conhecimento escolar. Todavia, de acordo com algumas pesquisas que tivemos acesso (MENDONÇA, JUSTI, 2007; OLIVA, et al, 2001; FERRAZ, TERRAZZAN, 2002), na maioria das vezes, elas integram o cotidiano das aulas de Ciências, mas não são articuladas em um planejamento prévio, por serem ainda desconhecidas como ferramentas didáticas por muitos professores, não são incorporadas no repertório dos planos de aulas.

Apesar de sofrerem críticas como estratégias didáticas, pesquisas recentes (DUARTE, 2005) mostram que as analogias e as metáforas podem ser utilizadas como ferramenta didática em aulas de Ciências Naturais, haja vista a complexidade e abstração que esta área de conhecimento apresenta. Tais perspectivas nos motivaram a investigar se as mesmas são empregadas pelos professores observados e como acontece.

Um outro fator que nos motivou a investigar as analogias e as metáforas no conteúdo de ligações químicas, foi à limitação de publicações voltadas a este conteúdo na área de Química (MENDONÇA; JUSTI, 2005; MONTEIRO; JUSTI, 2000), onde a maioria das publicações encontradas no nosso levantamento foi nas áreas de biologia (TERRAZZAN et al., 2003; FERRAZ; TERRAZZAN 2002; NAGEM et al., 1997, COLL; TAYLOR, 2006; DUARTE, 2005; ANDRADE, ZYLBERSZTAJN, FERRARI, 2002;) e física (OLIVA et al, 2001; DÍAZ, 2004; OLIVA et al., 2004; BOZELLI; NARDI, 2005). Acreditamos se fazer de primordial importância um estudo mais aprofundado no Ensino de Química, haja vista que existem bastantes trabalhos publicados nas áreas mencionadas.

As questões anteriormente relatadas nos sensibilizaram a pesquisar o uso de analogias e metáforas, como auxiliaadoras na construção e reconstrução do conhecimento científico durante as aulas de Química, no ensino médio.

Buscamos abordar neste trabalho a utilização de analogias e de metáforas pelos professores investigados, como estratégias didáticas durante a aula, para subsidiar a construção conceito de ligações químicas, auxiliando possivelmente na construção de uma aprendizagem mais significativa. Procuramos investigar *como os professores compreendem e utilizam as analogias e as metáforas enquanto recurso didático e estratégico-conceitual na construção de conceitos relativos às ligações químicas?*

O nosso olhar se direcionou a três professores que lecionam no primeiro ano do ensino médio, da rede pública estadual de ensino, com formação em Química. A escolha por estes se deu pela disponibilidade que os professores tiveram em participar das etapas envolvidas na pesquisa.

Enfocamos o conteúdo ligações químicas. A nossa escolha por tal conteúdo se deu, por ser visto no ensino fundamental e médio de Química e pela dificuldade que muitos alunos demonstraram em séries mais avançadas, por não terem compreendido tal conteúdo.

A importância do uso das analogias e metáforas no ensino de ciências: critérios e empregabilidade

As analogias e metáforas, atualmente têm sido empregadas com a finalidade de subsidiar na construção e reconstrução do saber científico no ensino de Ciências, por apresentarem inúmeras vantagens a ser consideradas, tais como: *aumentam a compreensão* dos educandos, por facilitar a comparação entre fenômenos semelhantes; *contribuem na consolidação de conceitos* e *facilitam a introdução* de novos saberes científicos; *facilitam a comunicação* entre professor e aluno ao favorecer a mediação e a reflexão quando o conhecimento científico é apresentado ao educando, entre outras.

Destacamos algumas pesquisas (NAGEM, et al. 1997; COLL e TAYLOR, 2006; CACHAPUZ 1989; PÁDUA 2004; OLIVA, et al. 2003; FERRAZ; TERRAZZAN, 2002; DUARTE, 2005) que são relevantes para que possamos compreender a importância do uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências:

Ao partir do estereótipo de que o uso de analogias e metáforas também se reporta às questões culturais e étnicas, Nagem, et al. (1997) cita que povos sul-africanos consideram que o calor tem relação com sentimento de raiva, ambiente não hospitaleiro, impaciência ou doença. Na concepção desses povos, uma pessoa doente está quente e outra com saúde está fresca. Esse fato permitiu que os sul-africanos aprendessem o conceito de cinética com maior rapidez em relação aos povos ocidentais, que não possuem tais concepções.

Ainda, Nagem, et al. (1997) afirma que quando o objetivo se refere tanto à compreensão quanto ao fazer-se compreender e comunicar algo, a aplicação das analogias e metáforas no ensino de Ciências, podem se fundamentar como recurso na construção do saber.

Coll e Taylor (2006) ressaltam que as analogias constituem um recurso muito usado no ensino de Ciências, sendo geradas de modo espontâneo em resposta as dificuldades que os alunos mostram ao aprender o conteúdo.

Situação esta confirmada e investigada por Ferraz e Terrazzan (2002) que fizeram uma pesquisa relacionada ao uso espontâneo de analogias por professores de biologia em regência nas escolas públicas. Estes autores relataram a importância da utilização de analogias como estratégias didáticas. Os professores investigados citaram que não planejavam as analogias que seriam utilizadas como estratégias e recursos didáticos, mas deixaram subentendido que as analogias surgiam durante as aulas e que obedeciam a uma seqüência mental sem que ocorresse um planejamento para que fossem utilizadas em um dado momento da aula. Em um universo de seis professores, apenas dois afirmaram que o uso destas como estratégias conceituais deveria ser realizado com bastante cautela.

Cachapuz (1989) comenta que as analogias e as metáforas são facilitadoras na comunicação entre professor e aluno ao favorecer a mediação e a reflexão quando o conhecimento científico é apresentado ao educando. As linguagens analógicas e metafóricas fornecem uma opção menos rígida ao conhecimento, por proporcionar a reconstrução do conhecimento científico. Sendo assim, favorecem também a inúmeras descobertas que foram popularizadas em livros didáticos, tanto no nível médio, quanto no nível superior, no conhecimento químico tais como: gases nobres, família dos elementos químicos, blindagem de sistema, nuvem eletrônica, salto de elétrons, spin de um elétron.

Para este pesquisador, as analogias possuem a finalidade de tornar o conhecimento científico mais compreensível à explicação, com relação a um referencial familiar, pelo enriquecimento de detalhes mais ilustrativos e de fácil entendimento por parte de quem aprende. Cachapuz ressalta que a produção de analogias e metáforas, por favorecer a solução, identificação e formulação de problemas e hipóteses, podem ajudar na organização da percepção de quem as utiliza.

Pádua (2004), afirma que o processo analógico permite que os indivíduos ao se depararem com conceitos, valores e experiências estranhas, como um conceito científico, por exemplo, relacionam suas características com as similares de algo que já conhecem ou que lhes seja familiar.

Esta questão também é ratificada por outros autores, como Oliva et al. (2003). Apontam ser as analogias empregadas, principalmente, para compreender noções abstratas e pouco familiares por meio de outras já conhecidas que são mais acessíveis a nossos sentidos e a nossas experiências passadas.

Pesquisas como as de Duit (1991) e Dagher (1995) constituem importantes revisões da literatura a esse respeito, destacando de uma maneira geral, a relevância da utilização das analogias à aprendizagem em Ciências, entretanto, fazendo ressalvas na maneira como normalmente são utilizadas durante o processo ensino-aprendizagem.

Oliva et al. (2001) investigaram as crenças implícitas de professores sobre o uso das analogias como estratégia didática, observando diferentes significados atribuídos a estas. Foi observado que a maioria dos professores destacava a importância das mesmas para ajudar a compreender conceitos e fenômenos e não como um subsídio na construção de modelos que constitui um fator fundamental na aprendizagem de conceitos científicos. Por outro lado apontam como desvantagens a utilização das analogias como um fim em si mesmo.

Vimos diante do exposto que, os pesquisadores revisados, defendem o uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências como subsidiadoras entre o conhecimento cotidiano e o científico, destacando a importância dessas ao mencionarem inúmeras vantagens, consideravelmente relevantes como estratégias didáticas.

Mas quais seriam os critérios de seleção que poderiam ser estabelecidos para o uso de analogias e que conseqüentemente poderíamos tomar também para as metáforas, como ferramentas didáticas, de modo a facilitar na escolha ou elaboração das mesmas com o fim de facilitar a aprendizagem no ensino de Ciências e conseqüentemente no ensino de Química? Observamos na literatura a presença de alguns critérios pertinentes, (OLIVA, et al. 2001), a saber:

- A analogia deve ser mais familiar e acessível ao saber científico e o aluno deve estar o mais familiarizado possível, isto é, a analogia ou a metáfora necessita ser conhecida pelo educando.
- A analogia deve ser concreta, sendo suscetível a imagens aproximativas que se deseja trabalhar, pois são importantes, todavia são exploradas ainda de maneira muito tímidas;
- A análise de semelhança entre o conhecimento científico e o analógico não deve ser longa e nem pequena, pois o aluno pode se confundir. Se o objeto de estudo e o análogo são muito distintos, os alunos podem sentir dificuldades no momento e buscarem as semelhanças;
- Deve-se evitar o emprego de analogias a alunos que possuam concepções alternativas, isto é, fazem uso das mesmas na busca de entender o conhecimento científico. Este possui linguagem abstrata e particular em que na maioria das vezes os educandos não estão habituados a utilizarem. Desse modo poderá acarretar transferência ou

substituição de forma errônea entre o recurso didático-analógico e o conhecimento científico.

Um outro critério ou modelo que poderia servir de referencial ao uso das analogias, que também entendemos poder ser apto no uso das metáforas é o modelo TWA (Teaching With Analogies), que foi proposto por Glynn et al. (1998) e que inicialmente foi baseado em inúmeros livros didáticos, onde posteriormente estes fizeram trabalho de campo, observando aulas de professores considerados exemplares (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2003). A partir do cruzamento das informações adquiridas nas aulas e nos livros didáticos, estes autores puderam estabelecer seis critérios a serem observados por quem almeja ensinar por analogias:

- Introduzir o assunto-alvo (o conhecimento científico);
- Sugerir o análogo;
- Identificar as características relevantes do alvo e análogo;
- Mapear similaridades;
- Indicar onde a analogia falha;
- Esboçar conclusões.

Tal modelo foi modificado por Harrision e Treagust (1994) com o objetivo de sistematizar as concepções alternativas e otimizar a compreensão dos conhecimentos científicos pelos educandos e que ao serem utilizados por professores, necessariamente não precisam ser seguidos na ordem disposta (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2003):

7. Introduzir o assunto-alvo ou o novo conhecimento a ser estudado. Utilizar uma breve ou abrangente explanação, do conceito a ser abordado na aula.
8. Apresentar aos educandos a analogia. Promover discussões, estimando a familiaridade dos educandos com o análogo, bem como sugerir a utilização das mesmas.
3. Identificar as características importantes do análogo. Explicar a analogia e identificar suas características mais relevantes com rigor, no intuito de saber dos educandos, quais as familiaridades que eles possuem com o análogo usado, isto é, se este faz parte do cotidiano dos mesmos.
4. Mapear as similaridades e/ ou comparações entre o conhecimento científico e o análogo. Os professores auxiliando os educandos procurarão identificar as características mais importantes entre o conhecimento científico e o análogo, isto é, diagnosticar os pontos de semelhanças entre o alvo e a analogia.
5. Após o mapeamento das idéias analógicas, o professor poderá identificar as falhas das analogias empregadas, isto é, terá conhecimento das concepções errôneas que os alunos possam ter desenvolvidos e apontar onde o análogo e o conhecimento científico não são correspondentes.
6. A aula poderá ser sintetizada por meio de um esquema conclusivo, na qual o conhecimento científico poderá ser descrito de forma resumida, com relação aos aspectos mais relevantes do alvo.

Tais perspectivas poderiam servir como guia a autores de livros didáticos. Entretanto, esses as ignoram, talvez por desconhecimento das pesquisas (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2003; OLIVA et al. 2001) que recomendam o uso de analogias e metáforas como subsidiadoras para o conhecimento científico, ou ainda por acharem ser conveniente assim não utilizá-las. Ao observamos como os livros didáticos para o ensino médio (FONSECA, 2003; SARDELA, 2005; USBERCO, SALVADOR, 2005), adotados pelos professores que contribuíram com nosso trabalho, abordam o conceito de ligações químicas, percebemos que os mesmos não apresentam qualquer orientação ao professor ou esclarecimentos aos alunos na abordagem do conteúdo quando são empregadas as analogias e as metáforas. As mesmas, ao serem apresentadas no desenrolar do conteúdo, não são acompanhadas de qualquer explicação ou algo que possa alertar os leitores, que a ferramenta didática usada não é o conceito científico,

mas que se trata de modelos de ensino, pois pode facilitar na aprendizagem, como também propor ao professor como utilizá-las no manual destinado a eles no final do livro didático.

Procedimentos metodológicos e critérios de análise à pesquisa de campo

Na investigação dos objetivos propostos, atrelamos a estes os instrumentos de análise, a saber: observação, questionários e entrevistas. O número de encontros para as filmagens das aulas do conteúdo de ligações químicas, aplicação do questionário e as gravações das entrevistas variou de acordo com cada professor (entre 7 e 12 encontros) e aconteceram em três momentos distintos:

- *Primeiro momento*

Inicialmente, tivemos uma conversa informal com cada professor em suas respectivas escolas. Apresentamo-nos aos mesmos como aluna do curso de Mestrado de Ensino de Ciências e que pretendíamos realizar uma pesquisa, onde não foi mencionado aos professores 01 e 02 o que iríamos ver; apenas nos limitamos a dizer aos mesmos que não iríamos avaliá-los, se sabiam ou não do conceito de ligações químicas, mas que tão somente observaríamos a aula como expectadoras e não participantes, isto é, que ficaríamos como ouvintes.

Entretanto, os mesmos insistiram que fosse dito o que especificamente olharíamos, sendo mencionado a eles que veríamos na aula se faziam uso ou não de *uma* ferramenta didática. Resolvemos adotar esta postura para que não fossem influenciados, apenas pelo título do trabalho. Porém, no caso da professora 03, teve conhecimento que iríamos observar no conceito de ligações químicas, o uso de analogias e metáforas como ferramentas didáticas, fato este que pode ter influenciado no uso e quantidade de analogias e metáforas observadas durante as aulas.

Perguntamos aos mesmos se permitiriam a nossa presença na sala de aula quando comessem as aulas do conceito ligações químicas, sendo informado que filmaríamos. Explicamos aos mesmos da importância de documentarmos toda a abordagem, no sentido de termos materiais para análise. Ainda, falamos que os visitaríamos periodicamente até que o conteúdo fosse iniciado, para que tanto os alunos, quanto os mesmos fossem se habituando à nossa presença.

As aulas foram observadas e registradas por áudio-vídeo a partir do estabelecimento dos critérios: *Se há o uso de analogias e metáforas e em que momento a analogia é empregada*, que foram baseados em FERRAZ, TERRAZZAN (2003) e OLIVA et al (2001).

- *Segundo momento*

O questionário foi estruturado, em que foram contempladas questões inerentes aos conceitos que os professores tinham em relação às analogias e metáforas no ensino de Química, bem como as estratégias didáticas adotadas para a utilização dessas. Essa etapa teve como finalidade subsidiar na investigação dos dois objetivos propostos para a pesquisa, conforme o quadro:

Questionário
1. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situações?
2. Em sua opinião, o que são as analogias? Dê exemplos.
3. Em sua opinião, o que são metáforas? Dê exemplos.

Quadro 01: opinião dos professores sobre analogias e metáforas.

- *Terceiro momento*

A entrevista semi-estruturada foi organizada tomando como base as respostas fornecidas do questionário pelos professores, com a finalidade de aprofundar a diagnose em relação ao arcabouço de pesquisa (quadro 02). Algumas das perguntas do questionário tomaram o enfoque inicial da entrevista e foram realizadas para todos os professores, sendo oportunizado aos mesmos, mudar ou esclarecer, as respostas dadas no questionário:

Entrevista	
1.	Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situação?
2.	Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.
4.	Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?

Quadro 02: algumas perguntas do questionário que tomou o enfoque de entrevista.

A pergunta que segue no quadro abaixo fizemos para todos os professores, uma vez que o conteúdo focado é a utilização das ligações químicas. Durante a entrevista, esta não segue a mesma numeração em todos os roteiros, pois adaptamos a aplicação da mesma de acordo com as demais perguntas da entrevista. Vimos ser esta pertinente investigar dos professores a existência de um repertório de analogias e metáforas para as ligações químicas:

Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?

Quadro 03: analogias e metáforas para as ligações químicas

De acordo com as respostas dadas no questionário, estruturamos assim as perguntas complementares da entrevista no quadro que segue, onde as mesmas foram adaptadas de acordo com as respostas redigidas por cada professor no questionário:

Entrevista	
Prof. 01	8. Você no questionário diz que seria melhor evitar ou pelo menos reduzir o uso de analogias, em que situação as utilizam na sala de aula?
Prof. 02	11. Como as analogias e metáforas podem contribuir na visualização de conceitos abstratos?
	12. Que tipo de analogia e metáfora costuma citar para as aulas de ligações químicas?
	16. De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?
Prof. 03	9. Como você costuma esclarecer aos alunos que o uso de analogias ou metáforas se tratam de representações? Dê exemplo.

Quadro 04: elaboração complementar para entrevista

A seguir apresentaremos os resultados e discussões, que obtivemos baseado na análise dos instrumentos de coleta dos dados descritos anteriormente neste tópico.

Resultados e discussões

O nosso trabalho apresenta duas *linhas* distintas para analisar os resultados e estruturarmos as discussões, a saber: *a utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo de ligações químicas e as opiniões dos professores relacionadas às analogias e metáforas no ensino de Química*. Estas linhas serão abordadas a seguir.

A utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo ligações químicas

Neste tópico, detivemo-nos em observar se os professores utilizam as analogias e metáforas nas aulas para que os alunos compreendessem os conceitos relacionados ao conteúdo. Uma vez que este conteúdo ocupa a terceira posição em livros didáticos para o ensino médio, de acordo com o levantamento realizado por Monteiro e Justi (2000) em livros de Química de autores brasileiros.

Com relação à categoria de análise quanto ao uso de analogias e metáforas durante as aulas de ligações químicas, observamos que os professores fizeram uso destas como ferramentas didáticas. Apesar do P.01, ter feito uso das analogias durante a aula, consideramos que esta foi de caráter primitivo, por empregar a linguagem mais freqüente dos livros didáticos.

Durante a observação de campo pudemos observar que o primeiro critério, foi contemplado pelos professores investigados, correspondendo as nossas primeiras expectativas, com relação a este trabalho, conforme o quadro 05:

Prof.	Domínios desconhecidos (conceito científico)	Domínios analógicos e ou metáforas (analogia -A; metáforas- M)
P.01	<ul style="list-style-type: none"> Ligações iônicas 	<ul style="list-style-type: none"> Tendência a receber elétron (A). Tendência a doar elétrons (A).
P.02	<ul style="list-style-type: none"> Regra do octeto: elétrons de valência. 	<ul style="list-style-type: none"> Bolinhas de plástico (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade eletrônica, para a ligação covalente simples e coordenada (dativa). 	<ul style="list-style-type: none"> Lápis piloto (marcador de texto) (A; M).
	<ul style="list-style-type: none"> Ligações metálicas. Deslocamento de elétrons para formar ligação metálica com os cátions do núcleo. 	<ul style="list-style-type: none"> Lápis piloto (marcador de texto) (A). Mar de elétrons (A). Lápis piloto (marcador de texto) (A).
P.03	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade eletrônica dos átomos. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade financeira e espiritual (A; M) Trabalho do homem para a sua sobrevivência (A). Emprego estável (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Regra do octeto. 	<ul style="list-style-type: none"> Dinheiro (A; M).
	<ul style="list-style-type: none"> Átomos. 	<ul style="list-style-type: none"> Alunos (A, M).
	<ul style="list-style-type: none"> Transferência de elétrons. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajudar o próximo (M). Sabor mais e menos doce (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Compostos iônicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Casamento (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Íons 	<ul style="list-style-type: none"> Camada da atmosfera – ionosfera (A). Antena de transmissão de tv (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Ligações químicas 	<ul style="list-style-type: none"> Mistura de café com leite (A)
	<ul style="list-style-type: none"> Gases nobres 	<ul style="list-style-type: none"> Família real – nobreza (M) Rica (A) usada por um aluno durante a aula.
	<ul style="list-style-type: none"> Transformação de átomo para íon 	<ul style="list-style-type: none"> Mudança de nome após o casamento (A).

	• Formação do NaCl.	• Felicidade no casamento (M).
--	---------------------	--------------------------------

Quadro 05: uso de analogias e metáforas durante as aulas.

De acordo com o que observamos nas aulas dos professores, percebemos que somente vieram a corroborar no que pensávamos se, as analogias e metáforas poderiam fazer parte, como ferramentas didáticas nas aulas de ligações químicas, com o propósito de auxiliar o professor durante a sua prática. Foi possível notar o uso de domínios analógicos e metafóricos na tentativa de aproximar ao domínio desconhecido, isto é, o conteúdo de ligações químicas que foram empregados pelos professores durante as aulas.

Com a finalidade de facilitar na aprendizagem dos educandos, procuramos catalogar às mesmas durante a observação de campo (quadro 03), contemplando também um dos itens do modelo TWA que aborda entre outras coisas o mapeamento das similaridades existentes entre o conceito científico e a analogia utilizada (apud FERRAZ, TERREZZAN, 2003).

Ainda mais, no intuito de sabermos dos professores quais os conteúdos que os mesmos fazem uso das analogias e metáforas, fizemos as perguntas que se seguem, as quais, também tomaram o enfoque da entrevista:

Profº	Quais os conteúdos de Química que você costuma utilizar as analogias e metáforas?		
	Questionário	Entrevista	Questionário x Entrevista
P.01	Geralmente nos conteúdo mais abstratos e complexos.	Modelos atômicos, ligações químicas.	Nos conteúdos mais complexos, modelos atômicos, por exemplo.
P.02	Ligações químicas, equilíbrio de reações, cinética química, etc.	Ligações químicas, atomística, eletroquímica.	Ligações químicas e equilíbrio químico, por exemplo.
P. 03	Número de massa, ligações químicas, definição de átomo, tabela periódica, funções inorgânicas, etc.	Número de massa, ligações químicas, substâncias homogêneas e heterogêneas, o átomo, reações químicas e velocidade, catalisadores, quase todos os assuntos.	Tabela periódica e ligações químicas, quase todos os conteúdos podem ser usadas as analogia e metáforas.

Quadro 06: conteúdos mais frequentes que os professores utilizam as analogia e metáforas.

A priori pensamos que se caso estes não utilizassem, durante a temática observada as analogias ou as metáforas enquanto recursos didáticos poderiam fazer uso de outros conteúdos. Assim pudemos perceber que os professores possuem um repertório que empregam as analogias e as metáforas como recurso didático.

Mas, quais as opiniões acerca das analogias e das metáforas no ensino de Ciências, que cada professor apresenta? Ou ainda, quais as possíveis e prováveis fontes que os mesmos dispõem como manancial de consulta? É o que procuremos discutir a seguir, a partir das considerações feitas pelos professores investigados.

Opiniões dos professores relacionadas às analogias e metáforas no ensino de Química e às fontes de consulta

Antes de explanarmos as opiniões dos professores relacionados à definição das analogias e metáforas explicitaremos inicialmente a nossa, sobre essa categoria de análise. As analogias são caracterizadas por relação *explícita* de similaridades ou semelhanças entre um saber familiar que é conhecido e um outro saber que seja desconhecido. Sendo que o saber familiar terá a função de ponte ou conexão entre esses dois saberes e os sujeitos envolvidos na situação de aprendizagem, buscarão pontos de semelhanças *diretos* entre ambos. Já as

metáforas, apresentam também caráter similar, comparação ou semelhança entre os dois saberes: o familiar e o desconhecido; entretanto, esta comparação, será de caráter implícito, isto é, os pontos de semelhança ocorrerão de maneira indireta, não sendo tão estruturante quanto às analogias.

Na investigação relacionada às opiniões dos professores sobre o que são as analogias e metáforas, fizemos as perguntas 1 e 2 do questionário, que também tomaram o enfoque de entrevista. Buscamos dessa forma, contemplar o segundo objetivo do nosso trabalho, que foi diagnosticar as possíveis opiniões que os professores apresentam sobre as analogias e as metáforas, a saber:

Profº	Ouviu falar em analogias e metáforas? Em que situação?		
	Questionário	Entrevista	Questionário x Entrevista
P.01	Sim, pela definição dos termos, vemos muito em livros didáticos.	Sim, durante a graduação, com Bachelard; em livros didáticos.	Na graduação ao estudar Bachelard e em livro didático.
P.02	Sim, em problemas do cotidiano e em conceitos científicos.	Sim, conceito que se traz para o nível de entendimento do aluno, coisa corriqueira.	Conceitos científicos e problemas do cotidiano, para o entendimento do aluno, algo corriqueiro.
P. 03	Sim, utilizava nas aulas e não sabia que eram analogias e metáforas, só na pós-graduação (especialização).	Em diversas situações, pois meus professores já faziam uso, desde o ensino médio. Eles buscavam no cotidiano. Eu não sabia que se trata de analogias e metáforas, somente na especialização.	Meus professores do ensino médio fizeram uso. Faço também, mas não sabia do que se tratava somente na pós-graduação (especialização).

Quadro 07: Síntese das respostas referentes à primeira pergunta.

No questionário, o professor 01 relata ter ouvido falar sobre a existência das analogias em livros do ensino médio. Na entrevista o mesmo afirma que durante a graduação, na disciplina de Metodologia do Ensino de Química, encontrou algo sobre estas ao estudar a epistemologia bachelardiana, conforme o depoimento:

“Vi alguma coisa em Bachelard... É ele quem aborda esse tema. Pela definição da pra você explicar... É você explicar, ter um assunto para explicar... Olhe eu já estudei isso, mas faz tempo eu me formei, em 98. Deixa me ver, acho que foi em metodologia do ensino da Química. E de lá pra cá, eu me lembro de alguma coisa aqui de Bachelard, que abordou esse tema”.

Gaston Bachelard (1996) aborda em sua obra *A formação do Espírito científico*, o uso abusivo das imagens, com a utilização de metáforas. Bachelard é enfático quanto aos entraves e obstáculos oriundos de tais representações, por manter a continuidade científica, isto é, que o uso de vários elementos da cultura popular assumisse a postura de conceito científico, conforme abordamos ao longo da fundamentação teórica.

Assim, segundo Bachelard (1996), resultava em obstáculo ao desenvolvimento científico o uso inadequado de metáforas, sendo necessário o rompimento da tal continuidade científica, para que a ciência pudesse evoluir. Observamos também em Bachelard, a valorização do erro e da dúvida como marco inicial de investigação científica.

No contexto educativo pudemos ver que com uso *inadequado* das imagens, na forma de metáforas e analogias, trazem obstáculos à aprendizagem dos educandos, acarretando dessa forma desvantagens como ferramenta didática. Porém, quando utilizadas na estratégia didática de forma estruturada, podem subsidiar o aluno na apropriação dos conhecimentos apresentados pela escola.

No questionário, o professor 02 faz menção ao cotidiano e a conceitos científicos, onde outrora ouviu falar das mesmas. Na entrevista acrescenta que são algo corriqueiro, quando:

“Você tem um determinado assunto... É você pegar, o que? Uma coisa mais do cotidiano, ou seja, pegar um conceito e trazer para o nível de entendimento, assim, coisa corriqueira” (...).

O professor 03 cita tanto no questionário, quanto na entrevista, não fazer idéia que as analogias aplicadas nas suas aulas, seriam ferramentas didáticas que poderiam subsidiar na (re)construção do conhecimento e que somente passou a saber, durante o curso de pós-graduação. Ferraz e Terrazan (2002), ao investigarem dos professores de biologia, se os mesmos utilizavam as analogias e metáforas como recursos didáticos, constataram que semelhantemente ao professor 03, grande parte dos professores observados durante a prática, também não sabiam que estavam fazendo uso das mesmas como ferramentas didáticas e também não as planejavam.

Referente ainda ao questionário, fizemos para os professores a seguinte pergunta: na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique. Esta também tomou o enfoque de entrevista. Procuramos mais uma vez sintetizar as respostas fornecidas correspondentes à primeira parte da pergunta, no tocante o que pensam sobre as analogias, que estão explicitadas no quadro abaixo:

Profº	Opiniões sobre as analogias e contribuições.		
	Questionário	Entrevista	Questionário x Entrevista
P.01	- Pontos de semelhança entre coisas diferentes. - Evitar, reduzir, pode trazer modelo equivocado para o aluno.	É inevitável o uso destas, pois não dá para se explicar a linguagem do cientista. Na universidade fazem adaptação, chamada de transposição didática. É complicado passar do que o livro didático oferece, pode confundir o aluno, o uso de analogias e metáforas.	Pontos de semelhanças entre coisas diferentes. Quando não se é possível explicar a linguagem científica, transposição didática. Dever-se evitar, pois o aluno pode entender de modo equivocado.
P.02	Artifício de exemplificar o conteúdo com algo de fácil assimilação. Ex.: bolinhas e palitos.	Entender conceitos abstratos através de coisas palpáveis, para facilitar a compreensão do aluno e o ensino do professor, do micro para o macro.	Algo de fácil assimilação, palpável, para compreender conceitos abstratos.
P. 03	- São representações ou ferramentas utilizadas para facilitar a compreensão de um determinado conceito. - Sim, porém ter o cuidado ao utilizá-las.	Comparativo, representação, modelo, para que fique mais claro o conhecimento científico.	Representações, ferramentas ou modelos, que facilitem a compreensão do conhecimento científico.

Quadro 08: síntese das respostas referentes às analogias.

O professor 01 afirmou que não existe qualquer diferença entre as analogias e metáforas. Considera que as mesmas são coisas reais, palpáveis, ou ainda adaptação quando se deseja ensinar algo de caráter abstrato, como a disciplina de química:

(...) “digamos que você tem um assunto para explicar ao aluno, digamos que não seja tão simples falar com os termos originais e você tenha que fazer uma adaptação para coisas reais, palpáveis para o aluno, porque, a química é muito abstrata e a pessoa diz não, a química é muito prática, eu sei lá”.

Ainda, o professor 01 na entrevista diz que existe semelhança entre modelos científicos e o uso de analogias e metáforas, pois:

“Eu acho que é mais ou menos isso, é você pegar, é... Por exemplo, um modelo abstrato, puro da ciência e tentar enquadrá-lo em algo palpável que o aluno possa não é ?!, Tenha semelhança, como supor, um exemplo disso é aquele sistema planetário, não é, pra explicar o sistema atômico, de Rutherford e inclusive o livro usa isso, o sistema planetário... Aí isso da uma idéia e o aluno pode ficar pensando no sistema solar. Sei lá! É Mais ou menos isso aí”.

Em Milagres e Justi (2001), os modelos são classificados em modelos mentais, consensuais, científicos e de ensino. O modelo atômico de Rutherford, de acordo com a abordagem da autora, entendemos que é identificado como científico. Inicialmente, ao observamos a fala do professor, vemos que ele admite que seja possível aplicar algo de caráter concreto com o fim de facilitar o entendimento da ciência abstrata. Mas, quando este é aplicado à analogia do sistema planetário, temos um modelo de ensino.

Quando o professor comenta a analogia encontrada nos livros didáticos para o ensino médio, ele se refere que o aluno pode pensar que o átomo é o sistema planetário. Tal situação pode ocorrer, pois o professor, mesmo sabendo que o conteúdo ao ser apresentado ao aluno dessa forma, não esclarece que se trata de um enfoque com a finalidade de facilitar a compreensão de algo tão abstrato como é o átomo.

Tanto o conceito científico, quanto o domínio conhecido, isto é, o analógico e o metafórico, não se confundem com os modelos científicos, pois o uso de analogias e metáforas podem na verdade, servir como aporte a ser utilizado enquanto estratégias conceituais, a subsidiar na apresentação de um novo conhecimento (NAGEM et al., 1997). Observamos no depoimento do professor 01, que o domínio familiar, isto é, o que o educando já conhece, pode corroborar na elaboração do conceito científico, mas não é o próprio conceito científico, diferentemente do que discorre o professor 01. Assim, quando aplicadas de maneira planejadas e sendo conhecidas pelos alunos, podem auxiliar como estratégias conceituais à aprendizagem.

Já o professor 02 cita a priori, que as analogias caracterizam algo de corriqueiro, pois:

“Uma analogia seria os conceitos de Dalton, exemplo. Você não pega as duas bolinhas... Aquilo ali não simboliza um átomo, aquilo não era um átomo, um átomo a gente sabe... Mesmo naquela época ele sabia que não era daquele jeito, mas ele fez uma analogia de uma esfera, não é”?

Dalton propôs o uso de um modelo concreto, por meio de objetos em forma de esfera, de caráter analógico que pudesse representar o seu pensamento. Esse modelo perdura até a atualidade no progresso da Química como Ciência, sendo superado pelo desenvolvimento científico, mas que ainda é utilizado no ensino de Química.

Como anteriormente comentamos, existe uma diferença entre as analogias e metáforas, quando são aplicadas como ferramenta didática de modo a subsidiar na aprendizagem do conhecimento, quer de Química ou quer de qualquer uma outra disciplina podem facilitar ou não na aprendizagem dos alunos, dependendo de que forma sejam empregadas, foi o que

podemos perceber ao nos debruçarmos em Nagem et al. (1997) e Ferraz e Terrazzan (2002). Assim, as analogias podem contribuir no surgimento de obstáculos à aprendizagem, pois as mesmas possuem maior relação estruturante e direta com o assunto desconhecido em estudo, enquanto que as metáforas “apontam algumas dissimilaridades” (p.09), isto é, não apresentam relação de similaridade de natureza direta para aguçar a mente a buscar por semelhanças. Entretanto, as analogias podem se transformar em metáforas e vice-versa (NAGEM et al. 2003; CACHAPUZ, 1989).

Segundo a fala do P.02, esse considera ainda a existência de modelos subsidiados por analogias, que contribuiriam na elaboração do conhecimento científico. Para Mendonça e Justi (2005), os modelos surgem a partir de representações mentais, que podem ser expressos por meio de objetos, fala ou de uma analogia. Autores como Nagem et al. (1997, 2003), argumentam que as analogias surgiram com o pensamento e o desenvolvimento da linguagem.

Assim para Mendonça e Justi (2005) as analogias contribuem na elaboração de modelos explicativos que no âmbito da educação, podemos ter os modelos didáticos. Estes são elaborados com o intuito de facilitar a compreensão do conceito científico. Foi por esse motivo que o P.02 fez menção ao modelo científico proposto por Dalton para o átomo, pois na sua compreensão, as bolas ou esferas desses modelos apenas representam o átomo, mas que não são átomos, deixando o P.02 subtendida a idéia de um modelo didático para facilitar a compreensão do surgimento de uma idéia mental, que foi expresso por Dalton por meio do modelo científico para o átomo.

Quanto da opinião de analogias que o professor 02 possui e quais as contribuições ao ensino de Química, ele acrescenta:

“Com certeza... Justamente pra facilitar, no entendimento de alguns conceitos, conceitos mais abstratos, que até pela idade dos alunos, assim eles não tem uma abstração tão grande; analogia facilita (...) facilita com certeza... E o ensino do professor também”.

Assim para estes professores as analogias são ferramentas didáticas que facilitam na adaptação de conceitos abstratos para algo mais prático e palpável ao nível do aluno.

Mas para os professores 01 é necessário cautela, conforme o depoimento dado:

P.01

(...) “Então o seguinte, na hora de usar metáfora e analogia é preciso ter muito cuidado e nós não fomos, *capacitados* para isso, entendeu?! Então é preciso tomar muito cuidado, na hora de utilizar esses recursos, porque você pode, é... como que poderia dizer?... Ensinar um conceito errado para o aluno e ele ficar com aquela idéia equivocada de um determinado conceito (...), porém devemos ter o cuidado ao utilizá-las, mostrar com clareza ao aluno que é apenas uma representação”.

Talvez a postura do professor 01 em não esclarecer ao aluno sobre o uso da analogia do sistema planetário empregada para o estudo da estrutura atômica, que anteriormente comentamos (p.86), seja pelo fato de pensar que não tivera a devida capacitação para este fim. Ainda diante das declarações de onde ouviu falar sobre as analogias e metáforas serem provenientes de Bachelard, possa ter contribuído para que acredite que o aluno possa aprender o conteúdo de maneira equivocada. Todavia sabemos que o uso de analogias e metáforas como ferramentas didáticas, além de subsidiar na aprendizagem do aluno, pode despertar o entendimento e o interesse durante as aulas.

Entretanto para o professor 02, quando o aluno não entende, então a solução é usar as analogias de acordo com o depoimento:

(...) “Química e Física tem que ter essas coisas, porque, assim o conceito não desenvolvem, sem analogia (...) ninguém nunca viu um átomo e ele não vai ver também. Então os modelos moleculares, são nada mais nada menos que o que? (...) Então vai ter que utilizar esse recurso, principalmente pegar as coisas mais palpáveis, que tá em sala, senão e trás, pra tentar facilitar. Então como é que a turma vai ter noção de como seria o átomo? Tem que fazer analogia. Os conceitos nascem justamente das analogias”.

Entendemos que as analogias são comparações explícitas entre um domínio conhecido e outro desconhecido, isto é, o conhecimento familiar que podem subsidiar na construção do conhecimento desconhecido, também chamado de alvo a ser estudado e que ao ser explorado contribui no entendimento do conceito científico. Esta relação entre comparação e o alvo acontece de maneira direta.

Assim no entendimento desses professores as analogias são pontos de semelhanças entre coisas diferentes, que podem ser algo de fácil assimilação, bem como representações, modelos ou ferramentas palpáveis (no sentido de serem conhecidas pelos alunos), na compreensão de conceitos abstratos, sendo necessária cautela quanto ao uso, para que o aluno não internalize o conteúdo de forma equivocada.

Essas opiniões dos professores investigados se aproximam da nossa, quando afirmam existirem “pontos semelhantes entre coisas diferentes, de fácil assimilação ou ainda representação de ferramentas palpáveis”; para as analogias, como anteriormente afirmamos, são comparações ou semelhanças entre algo diferente, que contribuem no entendimento de um novo conhecimento no qual o educando desconheça. Entretanto, os professores não especificaram que tipo de relação ocorre com o uso destas, se direto ou indireto. Tais especificidades entendemos ser relevantes, pois assim podem melhor auxiliar o professor no momento que decidir aplicá-las no decorrer da aula.

Com relação à segunda parte da pergunta em questão, sobre o que entendem por metáforas, mais uma vez podemos visualizar no quadro 16 apresentado a seguir:

Profº	Opiniões sobre as metáforas.	
	Questionário	Entrevista
P.01	Pode ser sinônimo de analogia.	_____
P.02	Utilização de exemplos mais comuns, para facilitar a compreensão de uma mais complexa. Ex.: uso de uma balança para explicar o equilíbrio químico. - melhora a visualização.	Seria uma comparação também, de caráter muito parecido. Não sabe explicar a diferença.
P. 03	_____	Algo contundente, para representar uma palavra, que identifica uma coisa.

Quadro 09: síntese das respostas dos professores sobre as metáforas.

De acordo com o que pudemos perceber no quadro, sobre a opinião do professor 01 com relação ao significado de metáforas e de analogias, argumenta ser a mesma coisa como afirmou no questionário e na entrevista, já comentados anteriormente quando abordamos a definição de analogia na p.96.

Enquanto para o professor 02, existe certa diferença, apesar de não saber precisar, conforme o depoimento a seguir:

“As metáforas seriam o que? Como é que eu posso dizer?! Analogia seria o conceito mais... Fazer a comparação... E a metáfora... Vamos dizer, seria uma comparação também muito parecida. Não sei te explicar uma diferença entre metáfora e analogia”.

Para o P.03, as metáforas caracterizam algo que ele chama de *contundente* para representar uma palavra e que identifique uma coisa, com o intuito de auxiliar na compreensão do conceito científico.

Para estes professores as metáforas são representações que muito assemelham-se às analogias, embora não saibam precisar quais as diferenças entre uma e outra.

Mas de acordo com o nosso entendimento, as metáforas são comparações ou similaridades que ocorrem de caráter indireto ou implícito com o alvo a ser estudado, isto de acordo com o que tornamos explícito na fundamentação teórica.

As opiniões apresentadas pelos professores sobre as metáforas, nada se aproximaram da nossa, pois em nenhum momento eles souberam defini-las, bem como quais as diferenças entre aquelas e as analogias.

Entretanto, o que vemos em Nagem et al. (2003) é que existe diferença entre as mesmas. As analogias são comparações entre conhecimento explícito caracterizado por familiar, enquanto que o domínio metafórico diz respeito ao conhecimento implícito, isto é, que não são coincidentes com o conhecimento familiar, por não se relacionar de forma direta com o saber advindo do cotidiano e o científico. Vale salientar que o conhecimento familiar engloba tudo o que o aluno já conhece, indo desde o conhecimento cotidiano até mesmo ao próprio conceito científico.

Perseguindo a investigação o segundo objetivo, em que perguntamos aos professores entrevistados, quais os possíveis mananciais de consultas. Tal pergunta tomou também o enfoque de entrevista, estando a mesma presente no questionário (7ª pergunta) mais uma vez sintetizamos as respostas no quadro abaixo:

Profº	De onde provêm as analogias e metáforas que você utiliza nas aulas de química?	
	Questionário	Entrevista
P.01	Cotidiano.	Procuro exemplos mais próximos dos alunos. Faço uma sondagem e uso exemplos mais acessíveis, do mundo microscópio.
P.02	Do cotidiano e da criatividade	Criatividade, livros didáticos (Marta Reis), cotidiano,
P. 03	Provém da necessidade de fazer-se compreendida ao mediar os conceitos.	Cotidiano, algo da cultura do aluno e de fácil manuseio.

Quadro17: síntese das respostas.

De acordo com que pudemos perceber do quadro, a consulta ou manancial dos professores é principalmente do cotidiano. Ainda, atribuem à própria criatividade aos livros didáticos e acontecem de forma a auxiliar na compreensão do conceito científico. De acordo com Cachapuz (1989), as analogias surgiram com a linguagem e que estas fazem parte de toda criatividade do ser humano, semelhante ao que afirma o professor 02 em sua entrevista.

Considerações finais

Diante do que pudemos ver durante todos os momentos de observação de campo, os professores investigados fizeram uso das analogias e metáforas como ferramentas didáticas de modo espontâneo, correspondendo às nossas expectativas iniciais para este trabalho.

Dessa forma, com relação ao primeiro objetivo estudado, dois dos professores investigados utilizaram as analogias e metáforas para subsidiar a compreensão dos conceitos relacionados ao conteúdo ligações químicas, confirmando assim as pesquisas que enfocam especificamente sobre professores de Biologia e livros didáticos de Química (FERRAZ; TERRAZZAN, 2002; MENDONÇA, JUSTI 2005) e que semelhantemente a estas, os professores não planejam as mesmas, empregando-as espontaneamente. Dessa forma, quando as analogias e as metáforas são utilizadas, sem que ao aluno seja vinculada a participação efetiva na sua elaboração ou ainda sem que do mesmo seja investigado como entenderam a empregabilidade das mesmas, conforme anteriormente nos referimos (professor 02), o ensino será resumido a mera transmissão de conhecimentos.

Esse resultado reforça o que afirma Oliva et al., 2003, pois enfatiza a necessidade do professor não se limitar em introduzir as analogias e metáforas na sua metodologia, mas incluir os alunos na elaboração e na investigação de como esses entenderam a utilização dessas categorias; ou ainda diagnosticarem quais os conhecimentos cotidianos que os alunos já dispõem e que podem ser usados como recurso didático analógico e metafórico.

Entretanto, vimos ser ainda pouco freqüente o uso de analogias e metáforas como ferramenta didática entre dois dos professores investigados (P.01 e P.02), talvez pela ausência de planejamento ou pelo fato dos mesmos não envolverem os alunos.

Todavia ao buscarmos ações que possam nortear a aprendizagem com a utilização das mesmas, podemos tomar como ponto inicial a diagnose das noções metodológicas que o professor dispõe para então sugerirmos o planejamento das aulas, tendo como arcabouço o uso de analogias e metáforas como recurso didático para o ensino de Química.

Para que tais ações tenham êxito é necessário que o professor tenha como examinador do trabalho desenvolvido o aluno. O professor poderá solicitar dos educandos a elaboração de analogias ou de metáforas, bem como esclarecer a eles quais os pontos de semelhanças e as limitações que as mesmas apresentam. Enfim, a participação do aluno será primordial, pois é para contribuir na formação dele como cidadão crítico de transformar o meio e por ele ser transformado que a aula e a escola existem.

Discussões quanto ao uso de modelos didáticos elaborados com a empregabilidade de analogias e de metáforas, para auxiliar na compreensão do conhecimento científico, são temas indispensáveis que podem ser abordados tanto na formação inicial, quanto na continuada de professores para que possam assim fazer uso de estratégias didáticas, como as analogias e as metáforas de maneira mais efetiva.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação do Ensino das Ciências da UFRPE, ao CNPQ e a todos os professores que gentilmente permitiram a nossa presença nas aulas e colaboraram para realização deste trabalho.

Referências

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio - Pesquisa em educação em Ciências**, Minas Gerais, V. 02, N. 02 p.1-11. dez. de 2002. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: abr. 2006.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contrapontos, 1996. p. 91-119.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R.. Interpretações sobre o conceito de metáforas e analogias presentes em licenciados de física. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, N. Extra, p.1-5, VII congresso. Disponível em: http://enciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/2_Proyectos_Curri/2_2/Bozelli_661.pdf

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. **Revista Portuguesa de Educação**. Portugal, v. 3, n. 02, p. 117-129, 1989.

COLL, R. K.; FRANCE, B.; TAYLOR, I. El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: implicaciones desde la investigación, **Eureka enseñanza, divulgación científica**, Barcelona, v.01 n. 3, p. 160-162, 2006.

DÍAZ, J. A. A. El papel de las analogías creatividad de los científicos: la teoría del campo electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias. **Enseñanza y divulgación de las ciencias**, Barcelona, v. 1, n. 3, p.188-205. 2004.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.10, N.01, p. 1-34. Març. 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acesso em: 06 fev. 2007.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors em learning. **Science Education**, Pennsylvania, V. 75, N.06, p.649-672,1991.

DAGHER, Z. R. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, Pennsylvania, V. 78, N.06, p.601-614,1994.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio- Pesquisa em educação em Ciências**, Minas Gerais, V. 04, N. 02 p.1-13. Dez. 2002. Disponível em:<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: jan. 2007.

_____. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciências e educação**, Bauru, São Paulo, V. 09, N. 02 p.213-227. 2003. Disponível em:<<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=52&layout=abstract>>. Acesso em: out. 2007.

FONSECA, M. R. **Da Interatividade química: cidadania, participação e transformação**. São Paulo: FTD 2003, p.164-173. V. único.

HOUAISS, A. **Dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro. Objetiva, 2.^a ed. 2004, p. 202, 1907).

MILAGRES, V. S.O., JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico. **Química nova na escola**, N. 13, p.42-46, maio 2001. Disponível em: <http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/qnesc_13>jan. 2008. Acesso em: mar. 2006.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Construção de modelos no ensino de ligações iônicas. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. São Paulo: BAURU, 2005. Disponível em: <<http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/oralarea1.htm>>. Acesso: 06 de fev. 2007.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogia em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.05, n.2,

p.1-23. Ago.2000. Disponível em:
<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm> Acesso em: mar 2006.

NAGEM, R. L.; FIGUEROA, A. M. S.; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. Expressão e recepção do pensamento humano e sua relação como processo de ensino e aprendizagem no campo da ciência e da tecnologia: imagens, metáforas e analogias. SEMINÁRIO DE METODOLOGIA DE ENSINO NA ÁREA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Concurso público para o magistério superior no centro federal de educação tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.55.1997. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mc08ronaldonagem.doc>. Acesso em: Abr 2006.

OLIVA, J. M.; ARGÓN M., M. M.; MATEO MAROTO, J.; BONAT, M. Uma proposta didáctica basada em la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de la ciencias**, Barcelona, v. 03, n.19, p. 453-470, 2001.

_____. Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. **Enseñanza de la ciencias**, Barcelona, V. 21, N. 3, p. 429-444, 2003.

_____. El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. **Enseñanza de la ciencias**, Barcelona, v. 3, n.3, p.1-23, 2004.

PÁDUA, I. C. A. **Analogias, metáforas e a construção do conhecimento: por um processo ensino-aprendizagem mais significativo**, Anais da ANPED, PUC-MG, 2004. Disponível em:<<http://www.anped.org.br/reunioes/26/trabalhos/isabelcamposaraujopadua.rtf>>. Acesso em: 05 fev. 2006.

TERRAZZAN, E. A.; SILVA, L. L.; PIMENTEL, N. L.; AMORIN, M. A. L.; GIRALDI, P. M.. Atividade didática com uso de analogias em aulas de ciências. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. São Paulo: BAURU, 2003.

SARDELA, A.; FALCONE, M. **Química: série Brasil**. São Paulo: editora Ática, 2005. p.102-111. Volume único.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química geral**, São Paulo: Saraiva, 2005. p. 190-204, V.1

The teachers chemistry's conception in high school about the analogys and methaphors

Abstract

Etymologycally analogies and methaphors means similarities relations betwen things and transposition from own sense to figurative, have been used in quotidian, in science evolution

and didactic instruments, wanting make easy the communication. In front of this presupposed, this objective work was to observe if the teachers investigated make use the analogies and methaphors on their classes to the comprehension about bonds chemistry content, and make a diagnosis the teachers' opinion investigated about analogies and methaphors. Three chemistry teachers from the public sistem estate who had their classes observed answered a questionnaire and a interview. The results showed that among the teachers investigated, one did use of analogies, and two others used analogies and methaphors. In these cases the teachers utilized the analogies and methaphors in spontaneous form without had planning defined.

Key words

Key words: analogies, metaphors, chemical bonds and Chemistry teaching.

APÊNDICE H - Normas para submissão de trabalho da revista investigação e ensino de ciências

Normas para submissão do trabalho

- Por meio eletrônico para ienci@if.ufrgs.br, para a IENCI, ou eenci@if.ufrgs.br, para a EENCI. O artigo deve estar no formato .doc (compatível com Winword 97/2000/XP/2003) ou em formato RTF (Rich Text Format);
- o título, o resumo e as palavras-chave, além de aparecerem na língua original do artigo, também devem ser traduzidos para o inglês;
- tamanho da folha: A4;
- margens esquerda, direita, superior e inferior: 2,5 cm
- espaço entre linhas 1,5;
- alinhamento do texto: justificado;
- fonte: Times New Roman 12 pt, para títulos e corpo de texto, e 10 pt para notas de rodapé e citações longas recuadas, a serem feitas com espaçamento simples;
- as notas de rodapé devem ser numeradas continuamente e em algarismos arábicos;
- tabelas, gráficos ou imagens devem ser inseridas no lugar apropriado do texto. Não é necessário enviá-las separado;
- no final artigo deve constar uma lista completa das referências bibliográficas citadas ao longo do texto. Esta lista deve estar em ordem alfabética e seguir o modelo descrito no anexo I;
- as referências bibliográficas que permitam identificar os autores do trabalho devem ser substituídas temporariamente pelo código: Autor X1....Autor Xn, onde $1 \leq n \leq$ número de citações distintas que permitem identificação. Em página separada no arquivo contendo o artigo, uma legenda das citações substituídas deve ser feita para controle dos editores. Outras referências que permitam a identificação dos autores devem temporariamente ser omitidas e também indicadas em página separada.

Considerações Gerais

- Os editores se reservam o direito de devolver aos autores os trabalhos que não cumpram as normas editoriais estabelecidas;
- a contar da data de envio dos pareceres pela editoria, o autor disporá de **30 dias** para atender e comentar as reformulações sugeridas pelos árbitros e/ou editores, especificando **detalhadamente** como **cada** sugestão foi ou não implementada. Estas modificações devem se restringir àquelas feitas pelos árbitros e/ou editores. Em situações que sem justificativa o autor demore mais de 30 dias para se manifestar, o artigo será descartado automaticamente.
- a revisão final do artigo, ficará a cargo dos autores. A revista não se responsabiliza pela revisão gramatical dos trabalhos e nem pelas opiniões emitidas
- a IENCI/EENCI não se reserva os direitos de publicação dos artigos, podendo os autores distribuir seu próprio material conforme desejarem desde que a referência completa ao trabalho publicado na revista seja realizada;
- devido a sua gratuidade, a publicação na IENCI/EENCI, não fornece compensação financeira de qualquer espécie aos autores;
- os leitores também podem reproduzir e distribuir os artigos da IENCI/EENCI desde que seja sem fins comerciais, não se façam alterações no conteúdo e se cite sua origem com

informações completas: nome dos autores, nome da revista; volume, número e URL exato do documento citado.

Anexo I

As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, por ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, segundo os exemplos abaixo. No corpo do texto, as citações devem ser feitas no formato autor-data, com apenas a primeira letra do sobrenome de cada autor em letra maiúscula. Ex.: (Campbell & Stanley, 1963, p. 176); “Segundo Vygotsky (2000)...”.

Para um, dois, três ou mais autores:

Um autor: Newton, I.

Dois ou três autores: Newton, I.; Darwin, C. R. & Maxwell, J. C.

Mais que três autores: Newton, I. et al.

Artigos em periódicos

Exemplo:

Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2002) Mental, physical and mathematical models in the teaching and learning of physics. **Science Education**, New York, V.86, n. 1, p. 106-121.

Periódicos eletrônicos:

Exemplo: Mcdermott, L. C. (2000) Bridging the gap between teaching and learning: the role of physics education research in the preparation of teachers and majors. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 3. <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n3/v5_n3_a1.htm> Acesso em 10 jun. 2006.

Livros no todo

Exemplo:

Feynman, R. (1967). **The character of physical law**. Cambridge: MIT Press.

Para capítulos de livros

Exemplo:

Campbell, D. T. & Stanley, J. C. (1963). Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In: Gage, N. L. (Ed.) **Handbook of research in teaching**. Chicago: Rand McNally, p. 171-246.

Trabalhos publicados em atas de congressos, simpósios, etc.:

Exemplo:

Costa, S.S.C. & Moreira, M.A. (2006) Atualização da pesquisa em resolução de problemas: informações relevantes para o ensino de Física. In: MOREIRA, M. A. et al. (Ed.). I ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA, Porto Alegre: 2005. Atas... Porto Alegre: Instituto de Física, p. 153-167.

APÊNDICE I – Artigo submetido

A UTILIZAÇÃO DAS ANALOGIAS E METÁFORAS COMO RECURSOS DIDÁTICOS NA COMPREENSÃO DO CONTEÚDO LIGAÇÕES QUÍMICAS

The utilization of analogys and methaphors like appeals didactic in understanding of content chemical bonds

Janaina Rodrigues da Silva [janainasilv@oi.com.br]
Analice de Almeida Lima
[Analice05@yahoo.com.br]
Universidade Federal Rural de Pernambuco I
Departamento de Educação
Pós-graduação de Ensino das ciências e Matemática
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos. Recife, PE)

Resumo

Analogias e metáforas, etimologicamente significam relações de semelhança entre coisas e transposição do sentido próprio ao figurado, têm sido utilizadas no cotidiano e como ferramentas didáticas, com o intuito de facilitar na comunicação. O presente trabalho tem por objetivo analisar a utilização das analogias e metáforas na construção do conhecimento sobre o conceito científico de ligações químicas. Três professores de Química da rede pública tiveram suas aulas observadas, responderam a um questionário e a uma entrevista. Os resultados mostraram que dos professores investigados, um fez uso das analogias, enquanto que dois aplicaram as mesmas e as metáforas. Os professores empregaram metáforas e analogias de modo espontâneo sem que houvesse planejamento definido. Vimos ser pouco freqüente o uso destas como ferramentas didáticas, talvez pela ausência de planejamento e de discussões que possam permeá-las como recurso didático de modo a subsidiar no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave

Analogias, metáforas e ensino de Química.

Abstract

Etymologically analogies and methaphors means similarities relations betwen things and transposition from own sense to figurative, have been used in quotidian, in science evolution and didatic instruments, wanting make easy the comunication. Given this pressuposition, the objective of this paper is to analyse the use of analogies and metaphors in the process of constructing knowledge regarding the scientific concept of chemical bonds. To this end three Chemistry teachers from the state public system had their classes monitored. They were also interviewed and had to answer a questionary. The results showed that among the teachers ivestigated, one did use of analogies, and two others used analogies and methaphors. In these cases the teachers utilized the analogies and methaphors in spontaneous form without had planning defined. We also observed that the use of analogies and metaphors as teaching tools was less frequent. This fact may be due to the absence of planning as well as of discussions

that may increase the use of analogies and metaphors as teaching tools in such a way that they can be a part of the process of teaching and learning.

Key words:

Analogys, metaphors and teaching of chemically.

Introdução

As analogias e as metáforas são utilizadas no cotidiano na comunicação, com o intuito de facilitar a compreensão entre os indivíduos, envolvendo muitas vezes a ilustração, a refutação, o reforço ou auxiliando na elaboração de um novo raciocínio. O uso dessas como subsidiadoras à aprendizagem, não é recente. Na evolução do saber científico, as analogias e metáforas foram consideravelmente usadas para auxiliar na elaboração de novos saberes científicos por cientistas ilustres como Maxwell e Kekulé (CACHAPUZ, 1989; DÍAZ, 2004).

Assim, quando falamos destas associamos as idéias de comparação e ilustração, com o propósito de facilitar ou exemplificar o que dissemos. Nesta direção, fazemos a distinção entre as duas categorias, pois, na maioria das vezes, são aplicadas indistintamente. Etimologicamente, analogias e metáforas, respectivamente, significam: relação de semelhança entre coisas ou fatos; designação de um objeto ou qualidade mediante uma palavra que designa outro objeto ou qualidade que tem com o primeiro uma relação de semelhança, mudança, transposição do sentido próprio ao figurado (HOUAISS, 2001, p. 202, 1907). Estas no ensino de Ciências recebem conotações de semelhança entre um fato familiar, domínios entre um saber conhecido e um outro desconhecido ou que não são coincidentes.

No contexto escolar as analogias e as metáforas também são empregadas por muitos professores para subsidiarem a construção do conhecimento escolar. Todavia, de acordo com algumas pesquisas que tivemos acesso (JUSTI, MENDONÇA, 2007; OLIVA, et al, 2003; FERRAZ, TERRAZZAN, 2002), na maioria das vezes, elas integram o cotidiano das aulas de Ciências, mas não são articuladas em um planejamento prévio, por serem ainda desconhecidas como ferramentas didáticas por muitos professores, e por isso, não são incorporadas no repertório dos planos de aulas. Apesar de sofrerem críticas como estratégias didáticas, pesquisas recentes (DUARTE, 2005) mostram que as analogias e as metáforas podem ser utilizadas como ferramenta didática em aulas de Ciências Naturais, haja vista a complexidade e abstração que esta área de conhecimento apresenta. Tais perspectivas nos motivaram a investigar se as mesmas são empregadas pelos professores observados e como acontece.

Um outro fator que nos motivou a investigar as analogias e as metáforas no conteúdo de ligações químicas no ensino médio foi à limitação de publicações voltadas a este conteúdo na área de Química (MENDONÇA; JUSTI, 2005; MONTEIRO; JUSTI, 2000). No nosso levantamento, a maioria das publicações encontradas foi nas áreas de biologia (FERRAZ, TERRAZZAN 2002; NAGEM et al.1997, COLL; TAYLOR, 2006; DUARTE, 2005; ANDRADE, ZYLBERSZTAIJN, FERRARI, 2002) e física (OLIVA et al. 2003; DÍAZ, 2004; BOZELLI; NARDI, 2005). Acreditamos se fazer de primordial importância um estudo mais aprofundado no Ensino de Química, haja vista que existem bastantes trabalhos publicados nas outras áreas mencionadas.

Abordaremos neste trabalho a utilização de analogias e de metáforas pelos professores investigados, como estratégias didáticas durante a aula do conceito de ligações químicas. A escolha por esse conteúdo se dá pelo fato dele ser abordado no ensino fundamental e médio e poder causar dificuldades em séries mais avançadas.

Descrevemos neste trabalho os resultados parciais de um estudo mais aprofundado de uma dissertação, em que o nosso olhar se direcionou a três professores que lecionam no primeiro ano do ensino médio, da rede pública estadual, com formação em Química. A escolha por estes se deu pela disponibilidade que os professores tiveram em participar das etapas envolvidas na pesquisa.

A importância do uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências: critérios e empregabilidade

Analogias e metáforas têm sido empregadas com a finalidade de subsidiar na construção e reconstrução do saber científico no ensino de Ciências, por apresentarem inúmeras vantagens a ser consideradas, tais como: *umentam a compreensão* dos educandos, por facilitar a comparação entre fenômenos semelhantes; *contribuem na consolidação de conceitos e facilitam a introdução* de novos saberes científicos; *facilitam a comunicação* entre professor e aluno ao favorecer a mediação e a reflexão quando o conhecimento científico é apresentado ao educando, entre outras.

Destacamos algumas pesquisas (NAGEM, et al. 1997; COLL e TAYLOR, 2006; CACHAPUZ 1989; OLIVA, et al. 2003; FERRAZ; TERRAZZAN, 2002; DUARTE, 2005) que são relevantes para que possamos compreender a importância do uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências:

Nagem et al. (1997) afirma que quando o objetivo no uso de analogias e de metáforas se refere tanto à compreensão quanto ao fazer-se compreender e comunicar algo, a aplicabilidade no ensino de Ciências pode se fundamentar como recurso na construção do saber.

Coll e Taylor (2006) corroboram com Nagem et al. 1997 ao ressaltar que as analogias constituem um recurso muito usado no ensino de Ciências, sendo geradas de modo espontâneo em resposta as dificuldades que os alunos mostram ao aprender o conteúdo.

Situação esta, confirmada por Ferraz e Terrazzan (2002) que fizeram uma pesquisa relacionada ao uso espontâneo de analogias por professores de biologia. Estes autores relataram a importância da utilização de analogias como estratégias didáticas. Os professores investigados citaram que não planejavam as analogias utilizadas, mas deixaram subentendido que surgiam durante as aulas e que obedeciam a uma seqüência mental. Em um universo de seis professores, apenas dois afirmaram que o uso destas como estratégias conceituais deveria ser realizado com bastante cautela.

Cachapuz (1989) comenta que as analogias e metáforas são facilitadoras na comunicação entre professor e aluno ao favorecer a mediação e a reflexão quando o conceito científico é apresentado ao educando. As linguagens analógica e metafórica fornecem uma opção menos rígida ao conhecimento, por proporcionar a reconstrução do conhecimento científico. Sendo assim, favorecem também a inúmeras descobertas que foram popularizadas em livros didáticos, tanto no nível médio quanto no nível superior de química, tais como: gases nobres, família dos elementos químicos, blindagem de sistema, nuvem eletrônica, salto de elétrons, spin de um elétron.

Para este pesquisador, as analogias possuem a finalidade de tornar o conceito científico mais compreensível à explicação, com relação a um referencial familiar, pelo enriquecimento de detalhes mais ilustrativos e de fácil entendimento por parte de quem aprende. Cachapuz ressalta que a produção de analogias e metáforas, por favorecer a solução, identificação e formulação de problemas e hipóteses, podem ajudar na organização da percepção de quem as utiliza.

Esta questão também é ratificada por outros autores, como Oliva et al.2003. Esses apontam ser as analogias empregadas, principalmente, para compreender noções abstratas e pouco familiares por meio de outras já conhecidas que são mais acessíveis a nossos sentidos.

Pesquisas como as de Duit (1991) e Dagher (1995) constituem relevantes revisões da literatura a esse respeito, destacando de uma maneira geral, a importância da utilização das analogias à aprendizagem em Ciências, entretanto, fazendo ressalvas na maneira como normalmente são utilizadas durante o processo ensino-aprendizagem.

Seguindo este raciocínio, encontramos na epistemologia histórica de Bachelard (1996) advertência quanto ao uso abusivo e indiscriminado da linguagem analógico e metafórico, que podem acarretar no surgimento de obstáculos a aprendizagem, quando utilizadas indevidamente.

Vimos diante do exposto que, os pesquisadores revisados, destacam que o uso das analogias e metáforas no ensino de Ciências, apresenta inúmeras vantagens, consideradas relevantes como estratégias didáticas.

Mas os critérios ou modelo de seleção que poderiam ser estabelecidos para o uso de analogias e que conseqüentemente poderíamos tomar também para as metáforas, como ferramentas didáticas, de modo a facilitar na escolha ou elaboração das mesmas com o fim de facilitar a aprendizagem no ensino de Ciências e conseqüentemente no ensino de Química? Observamos na literatura a presença de alguns critérios pertinentes, que poderia servir de referencial ao uso das analogias, que também entendemos poder ser apto no uso das metáforas é o modelo TWA (Teaching With Analogies), que foi proposto por Glynn et al. (1991) e sofreu modificações por Harrison e Treagust (1994). Com o objetivo de sistematizar as concepções alternativas e otimizar a compreensão dos conhecimentos científicos pelos educandos e que ao serem utilizados por professores, necessariamente não precisam ser seguidos na ordem disposta (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2002), temos:

- (i) Introduzir o assunto-alvo ou o novo conhecimento a ser estudado. Utilizar uma breve ou abrangente explanação, do conceito a ser abordado na aula.
- (ii) Apresentar aos educandos a analogia. Promover discussões, estimulando a familiaridade dos educandos com o análogo, bem como sugerir a utilização das mesmas.
- (iii) Identificar as características importantes do análogo. Explicar a analogia e identificar suas características mais relevantes com rigor, no intuito de saber dos educandos, quais as familiaridades que eles possuem com o análogo usado, isto é, se este faz parte do cotidiano dos mesmos.
- (iv) Mapear as similaridades e/ ou comparações entre o conhecimento científico e o análogo. Os professores auxiliando os educandos procurarão identificar as características mais importantes entre o conhecimento científico e o análogo, isto é, diagnosticar os pontos de semelhanças entre o alvo e a analogia.
- (v) Após o mapeamento das idéias analógicas, o professor poderá identificar as falhas das analogias empregadas, isto é, terá conhecimento das concepções errôneas que os alunos possam ter desenvolvidos e apontar onde o análogo e o conhecimento científico não são correspondentes.
- (vi) A aula poderá ser sintetizada por meio de um esquema conclusivo, na qual o conhecimento científico poderá ser descrito de forma resumida, com relação aos aspectos mais relevantes do alvo.

Tais perspectivas poderiam servir como guia para livros didáticos. Entretanto, esses as ignoram, talvez por desconhecimento das pesquisas (apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2002; OLIVA et al. 2003) que recomendam o uso de analogias e metáforas como subsidiadoras para

o conhecimento científico, ou ainda por acharem ser conveniente assim não utilizá-las. Ao observamos como os livros didáticos para o ensino médio (FONSECA, 2003; SARDELA, 2005; USBERCO, SALVADOR, 2005), adotados pelos professores que contribuíram com nosso trabalho, abordam o conceito de ligações químicas, vimos que não apresentam qualquer orientação ao professor ou esclarecimentos aos alunos durante a abordagem quando são empregadas as analogias e as metáforas. As mesmas, ao serem apresentadas, não são acompanhadas de qualquer explicação ou algo que possa alertar os leitores, que a ferramenta didática usada não é o conceito científico, mas que se trata de modelos de ensino, pois podem facilitar na aprendizagem, como também propor ao professor como utilizá-las no manual destinado a eles no final do livro didático.

Procedimentos metodológicos e critérios de análise à pesquisa de campo

Na investigação dos objetivos propostos, atrelamos os instrumentos de pesquisa, a saber: observação, questionários e entrevistas. O número de encontros foram entre sete a doze, para as filmagens das aulas, aplicação do questionário e as gravações das entrevistas variou de acordo com cada professor e aconteceram em três momentos distintos:

- *Primeiro momento*

Tivemos uma conversa informal com cada professor em suas respectivas escolas. Não mencionamos aos professores 01 e 02 o que observaríamos especificamente, mas nos limitamos a informar que estaria relacionado com o uso ou não de uma determinada ferramenta didática, bem como que ficaríamos como expectadoras e ouvintes durante as aulas. Resolvemos adotar esta postura, para que não fossem influenciados apenas pelo título do trabalho. Porém, a professora 03 teve conhecimento que iríamos observar o uso de analogias e metáforas como ferramentas didáticas, fato este que pode ter influenciado no uso e quantidade de analogias observadas durante as aulas.

As aulas foram observadas e registradas a partir do estabelecimento dos critérios: *Se há o uso de analogias e metáforas e em que momento estas foram empregadas* (FERRAZ, TERRAZZAN, 2002; OLIVA et al.2003).

- *Segundo momento*

O questionário foi estruturado buscando resgatar os conceitos relacionados às analogias e metáforas no ensino de Química, bem como as estratégias didáticas adotadas à utilização dessas. Essa etapa subsidiou na investigação dos dois objetivos propostos para a pesquisa:

Questionário
1. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situações?
2. Em sua opinião, o que são as analogias? Dê exemplos.
3. Em sua opinião, o que são metáforas? Dê exemplos.

Quadro 01: opinião dos professores sobre analogias e metáforas.

- *Terceiro momento*

A entrevista semi-estruturada foi organizada tomando como base as respostas fornecidas do questionário, com a finalidade de aprofundar a diagnose em relação ao arcabouço de pesquisa. Algumas das perguntas do questionário tomaram o enfoque inicial da

entrevista e foram realizadas para todos os professores, sendo que oportunizamos aos mesmos, mudar ou esclarecer, as respostas dadas no questionário:

Entrevista
1. Você já ouviu falar em analogias e metáforas? Em caso positivo, em que situação?
2. Na sua concepção, as analogias e metáforas podem contribuir para o ensino de Química? Explique.
4. Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?

Quadro 02: algumas perguntas do questionário que tomou o enfoque de entrevista.

Vimos ser esta pertinente investigar dos professores a existência de um repertório de analogias e metáforas para as ligações químicas (quadro 05).

A seguir apresentaremos os resultados e discussões, que obtivemos baseado na análise dos instrumentos de coleta dos dados descritos anteriormente neste tópico.

Resultados e discussões

Este trabalho apresenta duas *linhas* distintas para analisar os resultados e estruturarmos as discussões: (1) a utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo de ligações químicas e (2) como utilizam as analogias e metáforas enquanto recurso didático. Estas serão abordadas a seguir.

1. A utilização das analogias e metáforas na abordagem do conteúdo ligações químicas

Com relação ao uso destas durante as aulas, observamos que os professores (P.01,P.02, P.03) fizeram uso destas como ferramentas didáticas. Apesar do P.01, ter aplicado as analogias durante a aula, consideramos que foi de caráter primitivo, por empregar a linguagem mais frequente dos livros didáticos.

Durante a observação de campo pudemos observar que o primeiro critério, foi contemplado pelos professores, correspondendo as nossas primeiras expectativas, com relação a este trabalho, conforme o quadro 03:

Prof.	Conceito científico	Analógicos e metáforas (analogia -A; metáforas- M)
P.01	<ul style="list-style-type: none"> Ligações iônicas 	<ul style="list-style-type: none"> Tendência a receber elétron (A). Tendência a doar elétrons (A).
P.02	<ul style="list-style-type: none"> Regra do octeto: elétrons de valência. 	<ul style="list-style-type: none"> Bolinhas de plástico (A).
	<ul style="list-style-type: none"> Estabilidade eletrônica, para a ligação covalente simples e coordenada (dativa). 	<ul style="list-style-type: none"> Lápis piloto (marcador de texto) (A; M).

	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações metálicas. • Deslocamento de elétrons para formar ligação metálica com os cátions do núcleo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lápis piloto (marcador de texto) (A). • Mar de elétrons (A). • Lápis piloto (marcador de texto) (A).
P.03	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidade eletrônica dos átomos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidade financeira e espiritual (A; M) • Trabalho do homem para a sua sobrevivência (A). • Emprego estável (A).
	<ul style="list-style-type: none"> • Regra do octeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinheiro (A; M).
	<ul style="list-style-type: none"> • Átomos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos (A, M).
	<ul style="list-style-type: none"> • Transferência de elétrons. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajudar o próximo (M). • Sabor mais e menos doce (A).
	<ul style="list-style-type: none"> • Compostos iônicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Casamento (A).
	<ul style="list-style-type: none"> • Íons 	<ul style="list-style-type: none"> • Camada da atmosfera – ionosfera (A). • Antena de transmissão de tv (A).
	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações químicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mistura de café com leite (A)
	<ul style="list-style-type: none"> • Gases nobres 	<ul style="list-style-type: none"> • Família real – nobreza (M) • Rica (A) usada por um aluno durante a aula.
	<ul style="list-style-type: none"> • Transformação de átomo para íon 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudança de nome após o casamento (A).
<ul style="list-style-type: none"> • Formação do NaCl. 	<ul style="list-style-type: none"> • Felicidade no casamento (M). 	

Quadro 03: uso de analogias e metáforas durante as aulas.

De acordo com a observação, percebemos que somente vieram a corroborar no que pensávamos se, as analogias e metáforas poderiam fazer parte, como ferramentas didáticas nas aulas de ligações químicas, com o propósito de auxiliar o professor durante a sua prática.

Foi possível notar o uso de domínios analógicos e metafóricos na tentativa de aproximar ao conteúdo de ligações químicas pelos empregados professores. Com a finalidade de facilitar na aprendizagem dos educandos, procuramos catalogar às mesmas (quadro 03), contemplando também os itens (iv) e (v) do modelo TWA (apud FERRAZ, TERREZZAN, 2002).

No intuito de sabermos dos professores quais os conteúdos que fazem uso das analogias e metáforas, fizemos as perguntas que se seguem, as quais, também tomaram o enfoque da entrevista:

Profº	Quais os conteúdos de Química que você costuma utilizar as analogias e metáforas?	
	Questionário	Entrevista
P.01	Geralmente nos conteúdo mais abstratos e complexos.	Modelos atômicos, ligações químicas.
P.02	Ligações químicas, equilíbrio de reações, cinética química, etc.	Ligações químicas, atomística, eletroquímica.
P. 03	Número de massa, ligações químicas, definição de átomo, tabela periódica, funções inorgânicas.	Número de massa, ligações químicas, substâncias homogêneas e heterogêneas, o átomo, reações químicas e velocidade, catalisadores, quase todos os assuntos.

Quadro 04: conteúdos mais frequentes que os professores utilizam as analogia e metáforas.

A priori pensamos que se caso estes não utilizassem, durante a temática os recursos didáticos poderiam fazer uso em outros conteúdos. Assim pudemos perceber que os professores possuem um repertório que empregam as analogias e as metáforas como recurso didático.

Mas, quais as opiniões acerca das analogias e metáforas no ensino de Ciências, que cada professor apresenta? Ou quais as possíveis e prováveis fontes que os mesmos dispõem como manancial de consulta? É o que procuramos discutir a seguir.

2. Como foram utilizadas as analogias e metáforas enquanto recurso didático

Neste discorreremos sobre o planejamento das aulas, como e o porquê dos professores utilizarem as analogias e metáforas enquanto recurso didático.

Inicialmente, procuramos investigar a relação entre a utilização das analogias e metáforas e o planejamento das aulas com a seguinte pergunta:

Que tipo de analogia ou metáfora costuma utilizar nas aulas de ligações químicas?	
Profº	Entrevista
P.01	Tem tendência a perder ou a ganhar elétrons; o átomo não gosta de elétrons ou esse átomo gosta mais de elétrons.
P.02	Pessoas, sociedade, lápis.
P.03	Casamento, bombons.

Quadro 5: síntese das respostas referentes ao planejamento.

Com relação ao tipo de analogia ou de metáfora que costumam fazer uso nas aulas de ligações químicas podemos ver, de acordo com os depoimentos que seguem.

A humanização dos átomos envolvidas nas ligações químicas, encontramos nas falas dos professores 03 e 02, conforme os depoimentos a seguir:

P. 03:

“Ah, eu uso muito a do casamento (riso). Vamos dizer que um homem tenha seis dotes, vamos falar assim, ou então ele tenha seis e esteja precisando de dois, então dois dotes ou dinheiros pra completar algo pra poder ele se estabilizar e comprar algo de oito reais. Ele tem seis, vamos chamar de dote o dinheiro, não é e a menina tenha dois, então eles vão se equilibrarem e algo que ele quer comprar, sabe-se que é

no total de oito reais. Então ele vai se combinar com quem tem dois pra dá pra ele, não é? Dois elétrons, para dá, quer dizer, dois elétrons ou dois reais”.

P.02:

“Comparar a pessoa. Vai ter uma troca, não é isso? Então se uma pessoa quer doar pra ficar estável e a outra quer receber pra ficar estável também. Então ela vai dar e a outra vai receber (...) já no caso da covalente, uma quer receber e a outra tem que compartilhar com aquela que quer receber para duas ficarem estáveis. Fazemos uma comparação com a sociedade e com os alunos mesmos (...) A ligação metálica é uma troca de material de um para o outro, no caso foi a experiência do lápis, que começamos a passar de um para o outro foi justamente o fluxo dos elétrons já direcionados, se a gente direciona, tem uma corrente elétrica”.

De acordo com o depoimento, podemos identificar o uso de imagens humanizadas. Estas recebem de Bachelard a classificação de obstáculos animistas. Bachelard (1996) criticava os estudiosos de sua época por atrelarem o uso de imagens e animações para as substâncias inorgânicas, tais como a atribuição de sentimento. Tal fato podemos observar, no posicionamento dos professores com relação ao conhecimento abstrato, por apresentarem o conteúdo de maneira a oferecer aos átomos comportamentos, necessidades e características de seres humanos, como braços, olhos, pernas (conforme o que discorre o P.01, sobre os livros didáticos antigos), resultando até mesmo em casamento (como explicou o P.03). Entretanto para Bachelard (1996) tal postura pode acarretar em obstáculos ou entraves a aprendizagem. Assim os P.02 e P.03, por não investigarem dos alunos como entendiam o uso das analogias e metáforas utilizadas, podem ter desprezado as possíveis dúvidas e entraves advindos da ausência de uma maior investigação.

Durante as observações, a P.03 procura enfatizar para os alunos que toda representação se trata apenas de uma analogia. Ele separa dois alunos e põe os nomes de átomos, por exemplo, sódio e cloro, para o casamento, que se refere no depoimento. Contudo, de acordo com a classificação que demos para as analogias e as metáforas, que identificamos (quadro 10) durante as observações e a definição, o que ela utiliza é uma metáfora.

O P.01, no depoimento diz fazer uso de algo similar, quando o aluno não entende o conceito científico:

“(…) Sempre faço, porque as vezes é necessário, explicar de uma maneira, pois o aluno não entende e você acaba tendo que buscar exemplos. Com coisas semelhantes, porque se não ele não consegui abstrair”.

Embora o P.01 tenha citado que emprega analogias e metáforas nas aulas de ligações químicas, não o vimos fazer uso dos recursos didáticos de maneira direta como fez o P.03, salvo por usar duas vezes os termos que se refere na sua fala: “tendência a receber ou a perder elétrons”. Esses termos são muito comuns em livros didáticos para o ensino médio. Nas ocorrências que observamos, apenas na segunda vez que as empregou, alertou os alunos que *átomos não agem ou pensam como os seres humanos*, mas que utilizou a linguagem para facilitar a compreensão.

Com relação ao p. 02, não vimos esclarecer aos alunos que as comparações utilizadas são ferramentas didáticas.

No questionário, as perguntas que seguem foram comuns para todos os professores e dizem respeito ao planejamento das aulas. Estes argumentaram, de acordo com a síntese das respostas:

Profº	8. Você já solicitou que seus alunos elaborassem analogias e metáforas durante a aula?	9. Ao utilizar uma analogia e metáfora em sala como você organiza a seqüência de ensino?
P.01	Não	Independo do uso das analogias e das metáforas.
P.02	Não.	Sim
P.03	Sim	Procuro conhecer as concepções prévias, assim se percebe que os alunos utilizam suas próprias analogias, em seguida, trabalho o conceito científico e quando vejo que não compreenderam, utilizo as analogias.

Quadro 06: síntese das respostas do questionário.

De acordo com as respostas do questionário, estruturamos a entrevista referente ao planejamento das aulas de ligações químicas. Vale salientar que a sexta e a décima perguntas, tomaram o enfoque de entrevista. Assim, sintetizamos de forma simplificada o que disseram:

Profº	Ao usar as analogias e metáforas em sala, como você organiza a seqüência de ensino?	10. Há algum planejamento prévio para o uso de analogias e metáforas em suas aulas?
P.01	Não organizo. Não planejo.	Não. Acontecem naturalmente.
P.02	Melhor usar no meio da aula, para amarrar com a teoria e facilitar o entendimento.	Planejo algumas outras são de improviso.
P.03	Lanço uma situação problema. Escuto os alunos, a fim de saber os seus conhecimentos prévios. Dependendo da conversa, usamos as analogias.	Não. Mas já sei que os alunos vão usar. Mentalmente, há, no papel, não.

Quadro 07: síntese sobre o planejamento.

Procuramos discorrer o depoimento dos professores, de acordo com as categorias explicitadas no quadro 02.

O P.01, diz que as analogias acontecem naturalmente segundo as perguntas dos alunos, como também diz ter comentado as analogias ou metáforas existentes nos livros didáticos para o ensino médio:

“Não. Elas acontecem naturalmente. Eu não vou planejar um determinado conteúdo, ah, vou planejar esse conteúdo, vou usar esse exemplo, até porque uma aula não é uma coisa estática é uma coisa dinâmica. Então pode surgir uma pergunta que não esteja no meu escrípite, não é? Como é que eu vou montar um roteiro? (...). Já cheguei a discutir alguns exemplos. Os livros mais antigos usavam muito animação, por exemplo, eles até colocavam um atomozinho com perninha, olhinhos, tal. Como se fosse ser humano, aí eu digo: olhe gente isso aqui é um pouco estranho, porque o átomo não é assim. Os modelos que temos, não caracterizam animações desse tipo, entendeu?”

Neste depoimento de P.01, vimos que acredita ser desnecessário qualquer planejamento para utilizar as analogias ou metáforas. Semelhantemente ao que afirma o professor, o uso de imagens abusivas pode resultar em obstáculo a aprendizagem, de acordo com o que pudemos ver em Bachelard (1996). Todavia este explicita o surgimento de entraves à aprendizagem quando acontecem sem que ocorra planejamento ou segundo Oliva et al.2003, se não forem apontadas às falhas e limitações que elas apresentarem.

Vemos mais uma vez, que para a utilização de analogias e metáforas acontecerem, de maneira favorável durante a aula, é necessário o planejamento ou que pelo menos os professores tenham conhecimento de uma metodologia, caso haja necessidade de no decorrer da aula empregá-las.

Para o P.02, o uso de analogia ou metáforas, desperta no aluno maior credibilidade com relação ao conteúdo. Mas, argumenta que às vezes planeja e outras não, assim para ele o melhor é empregá-las no meio da aula para consolidar o conceito científico, surgindo de imediato durante a abordagem, como foi o caso da que empregou para as ligações metálicas:

“Melhor no meio da aula, pra amarrar com o conceito teórico. Pra facilitar o entendimento ele vai fazer à comparação com o conceito teórico. Fica com mais credibilidade (...) É planejo alguma, outra é de improviso, então pra sanar aquela dúvida a gente tem que usar a analogia. Aquela mesmo que você viu, que a gente citou aqui da ligação metálica mesmo, não foi planejada não. Foi uma coisa espontânea, meio que de improviso, pra facilitar o entendimento do aluno, usou o meio que estava na mão, estava mais fácil. Pelo menos eles entenderam (...) então perguntou-se: facilitou ou não? Eles dão logo o retorno, “não facilitou”. Então eles ficam conscientes que aquilo é somente pra facilitar o conhecimento científico”.

De acordo com o depoimento, o P.02 argumenta que para a dúvida do aluno ser “sanada”, é necessário o uso de analogias, por meio de algo extremamente simples para o aluno, que faça parte do cotidiano, como anteriormente transcrevemos.

Ainda, a analogia que o professor se refere, que vimos durante as observações, foi uma utilizada às ligações metálicas. Ao iniciar a abordagem, aplicou a analogia do mar de elétrons, que podemos considerar como de caráter histórico, pois perdura até o presente por encontrarmos nos livros de nível técnico e ensino médio. No final da explanação, aplicou uma outra analogia, fazendo uso de um marcador de quadro ou lápis piloto, em que para demonstrar macroscopicamente como acontece a migração dos elétrons da eletrosfera dos átomos metálicos envolvidos na formação do composto metálico, para o núcleo de átomos que sejam iguais e vizinhos. Todavia, o professor não discorreu que essas se tratam de ferramentas didáticas e não do próprio conceito científico.

Carvalho e Justi (2005), em pesquisa realizada sobre a analogia do mar de elétrons discorreram que os alunos apresentam dificuldades, além dos que pensaram que esta é o próprio conceito científico. Desse modo, conjecturamos que pensar nos educandos como capazes de fazerem a transposição, entre a analogia empregada e o conceito científico, sem que ocorra a intervenção do professor é aceitar que a dificuldade do aluno é natural, sem que nada seja feito. A prova disso é que os alunos de P.02, não perceberam que a aplicabilidade do mar de elétrons e o conceito científico são distintos.

Com relação ao planejamento P.03, diz que inicialmente lança a situação problema e que o uso de analogias durante a aula é condicional, pois depende da conversa que tem com os alunos:

“Com a situação problema que é aonde você quer chegar, uma situação problema do que é o átomo, um exemplo: você lança buscando os seus conhecimentos prévios, essa é a minha seqüência. Bom, após essa discussão, com o aluno (...), vamos dizer assim, a totalidade da confusão e do conflito que foi gerado, você utiliza o conhecimento, primeiro, o científico, não é, você utiliza e se ele não conseguir, depois mesmo da conserva com eles, ou dependendo do que usar primeiro, o conhecimento científico ou a analogia. Então a gente diz o que é se ele não compreender, então eu volto dentro dessa seqüência com uma analogia feita por mim pra que ele compreenda. Então vai depender muito do momento, não tem uma seqüência. Ela tem assim: escutar o que o aluno tem de representação”.

De acordo com o depoimento do P.03, o uso de analogia está relacionado aos problemas de aprendizagem dos alunos. O P.03, afirma ainda que haja um planejamento de natureza mental:

“Há um planejamento mental. Se você perguntar assim, há um planejamento escrito, não. Porque quando você vai às questões abstratas de química, você se pergunta, dispondo-se a explicar e diz assim: como é que eu vou explicar isso se o aluno não compreender? É naquele momento que vem idéias de como interagir, através das analogias... mentalmente sim”.

Podemos perceber que o P.03 apresenta certa coerência metodológica ao fazer uso das analogias e das metáforas, pois organiza uma seqüência que caracteriza como mental, apesar de não planejá-las por escrito.

Diante do que vimos, entendemos que o que leva os professores usarem as analogia e as metáforas, está associada a falta de compreensão do conceito científico pelos aluno.

O P.02, afirmou que o uso de analogia durante a aula é de caráter espontâneo, enquanto que para o P.03 este é de natureza mental, por possuir uma seqüência.

Assim, os professores declaram que a empregabilidade de analogias e metáforas não necessitam passar por planejamento. Porém, de acordo com o modelo TWA (HARRISION; TREAGUST, 1994 apud FERRAZ, TERRAZZAN, 2002) para que estas assumam a função de ferramentas didáticas, é necessário o professor seguir os critérios estabelecidos no modelo, ou que faça algo que se aproxime ao que os autores propõem.

Durante a observação os professores introduziram o conhecimento a ser estudado coincidindo assim com o ponto (i) do modelo TWA. Entretanto, não vimos qualquer discussão a título de diagnosticar dos alunos a profundidade de conhecimento sobre o análogo aplicado.

A apresentação das ferramentas didáticas aconteceu de maneira tradicional, se tomarmos como referencial o modelo TWA, por desconsiderar dos educandos se conheciam a comparação adotada, da mesma forma que os professores. Todavia o P.03 contemplou de maneira muito rudimentar esse procedimento, por iniciar discussões, porém somente considerou que os alunos conhecem o análogo da mesma forma que ele.

Com relação aos pontos (iii) e o (iv) do modelo TWA, dos professores, somente a P.03 contemplou tal situação, pois tanto na observação das aulas, quanto na entrevista, ao se referir à analogia do casamento, procurou mostrar aos alunos as semelhanças entre este e o conteúdo, pois assim como no casamento acontece a união, ocorre entre os átomos que precisam receber elétrons. Porém, a P.03 esclareceu aos alunos que no caso das ligações covalentes isso é possível, enquanto que para as ligações iônicas, não. Acreditamos que pode ter acarretado obstáculos à aprendizagem dos alunos, uma vez que o professor pode não ter diferenciado a analogia ou a metáfora empregada do conhecimento científico focado (BACHELARD, 1996).

Já para o ponto (v) do modelo TWA, os professores desprezaram as falhas que os análogos aplicados podem apresentar, bem como os alunos entenderam o mesmo para então corrigir as possíveis falhas de interpretação.

Vimos que as analogias e as metáforas que foram empregadas são de natureza concreta e de familiaridade ao aluno, dinheiro, casamento, por exemplo, fazem parte do cotidiano de qualquer pessoa, porém se tivessem passado por planejamento seriam mais bem exploradas. No caso da analogia empregada pelo P.02, do lápis que circula de mão em mão, entre todos os alunos da sala, entendemos que o tempo utilizado e os comentários realizados foram muito

superficiais. Fato este que dificulta o professor de investigar como os alunos interpretaram a analogia e quais os possíveis obstáculos à aprendizagem dos educandos.

Sobre os benefícios que as analogias e as metáforas podem trazer ao entendimento do conceito científico, segundo Oliva et al.2003, estas contribuem para aguçar a criatividade dos alunos. De acordo com o depoimento do P.03, os alunos possuem concepções alternativas ao utilizarem analogias para melhor entenderem o conceito científico:

“Então muitas vezes, dependendo do aluno, se ele disser algo do cotidiano dele, ou ele mesmo, faz uma analogia as vezes, a gente nem pede mas ele faz, ah professora deixa ver se eu compreendi, aí ele dá uma analogia, é por aí. Então átomo é isso: são partículas, tal”.

Pudemos perceber que, durante as observações, os alunos de P.02 e P.03 participaram mais em relação aos do P.01, que fez pouco uso de analogias e de metáfora. Os alunos de P.02 e P.03 se envolveram mais à medida que foram questionados.

Considerações finais

Diante do que vimos os professores investigados fizeram uso das analogias e metáforas, como ferramentas didáticas de modo espontâneo. Dessa forma, com relação ao primeiro objetivo, dois dos professores utilizaram as mesmas na compreensão das ligações químicas. No segundo objetivo, os professores ao aplicarem as analogias e as metáforas, apresentaram certa coerência metodológica, a pesar de não submeterem as aulas a planejamento.

Ao analisarmos como foram utilizadas como recurso didático, vimos que ocorreu de acordo com as dificuldades dos alunos. Estas tiveram inúmeras aplicações, que vão desde ilustração, reforço, ou avaliação individual tradicional (P.02), a situação problematizadora e verificação de aprendizagem durante a aula (P.03).

Ainda, um dos professores (P.03), conscientizou os alunos que se tratavam de representações para facilitar a compreensão do conceito científico, enquanto que para um outro professor (P.02) o aluno tem condições de por conta própria diferenciar que são apenas recursos para facilitar a compreensão.

Discussões quanto ao uso de modelos didáticos elaborados com o uso de analogias e metáforas, para auxiliar na compreensão do conceito científico, são temas indispensáveis que podem ser abordados tanto na formação inicial, quanto na continuada de professores, para assim serem usadas de maneira efetiva no ensino de Química.

Referências

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A. ; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio - Pesquisa em educação em Ciências**, Minas Gerais, V. 02, N. 02 p.1-11. dez. de 2002. Disponível em:<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: abr. 2006.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contrapontos, 1996. p. 91-119.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R.. Interpretações sobre o conceito de metáforas e analogias presentes em licenciados de física. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, N. Extra, p.1-5, VII congresso. Disponível em: http://enciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/2_Proyectos_Curri/2/Bozelli_661.pdf

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. **Revista Portuguesa de Educação**. Portugal, v. 3, n. 02, p. 117-129, 1989.

COLL, R. K.; FRANCE, B.; TAYLOR, I. El papel de los modelos y analogías en la educación en ciencias: implicaciones desde la investigación, **Eureka enseñanza, divulgación científica**, Barcelona, v.01 n. 3, p. 160-162, 2006.

DAGHER, Z. R. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, Pensylvania, V. 78, N.06, p.601-614,1994.

DÍAZ, J. A. A. El papel de las analogías creatividad de los científicos: la teoría del campo electromagnético de Maxwell como caso paradigmático de la historia de las ciencias. **Enseñanza y divulgación de las ciencias**, Barcelona, v. 1, n. 3, p.188-205. 2004.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.10, N.01, p. 1-34. Març. 2005. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>> Acesso em: 06 fev. 2007.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors em learning. **Science Education**, Pensiylvania, V. 75, N.06, p.649-672,1991.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio- Pesquisa em educação em Ciências**, Minas Gerais, V. 04, N. 02 p.1-13. Dez. 2002. Disponível em:<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: jan. 2007.

FONSECA, M. R. **Da Interatividade química: cidadania, participação e transformação**. São Paulo: FTD 2003, p.164-173. V. único.

HOUAISS, A. **Dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro. Objetiva, 2.^a ed. 2004, p. 202, 1907).

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. Construção de modelos no ensino de ligações iônicas. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. São Paulo: BAURU, 2005. Disponível em: <<http://www4.fc.unesp.br/abrapec/venpec/atas/conteudo/oralarea1.htm>>. Acesso: 06 de fev. 2007.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogia em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. . **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, V.05, n.2, p.1-23. Ago.2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm> Acesso em: mar 2006.

NAGEM, R. L.; FIGUEROA, A. M. S.; SILVA, C. M. G.; CARVALHO, E. M. Expressão e recepção do pensamento humano e sua relação como processo de ensino e aprendizagem no campo da ciência e da tecnologia: imagens, metáforas e analogias. SEMINÁRIO DE METODOLOGIA DE ENSINO NA ÁREA DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Concurso público para o magistério superior no centro federal de educação tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, p.55.1997. Disponível em: <http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mc08ronaldonagem.doc>. Acesso em: Abr 2006.

OLIVA, J. M.; ARGÓN M., M. M.; MATEO MAROTO, J.; BONAT, M. Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. **Enseñanza de la ciencias**, Barcelona, V. 21, N. 3, p. 429-444, 2003.

SARDELA, A.; FALCONE, M. **Química: série Brasil**. São Paulo: editora Ática, 2005. p.102-111. Volume único.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. **Química geral**, São Paulo: Saraiva, 2005. p. 190-204, V.1