

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA



Programa de Pós-Graduação
em Química



O USO DE ANALOGIAS PARA O ENSINO DE EQUILIBRIO QUÍMICO NO
ENSINO MÉDIO: facilitação da aprendizagem ou transmissão de erros conceituais?

Olímpio José da Silva Júnior

Dissertação de Mestrado
Natal/RN, julho de 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

O USO DE ANALOGIAS PARA O ENSINO DE EQUILIBRIO QUÍMICO NO
ENSINO MÉDIO: *FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM OU TRANSMISSÃO DE ERROS*
CONCEITUAIS?

OLÍMPIO JOSE DA SILVA JÚNIOR

Natal

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

INSTITUTO DE QUÍMICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**O USO DE ANALOGIAS PARA O ENSINO DE EQUILIBRIO QUÍMICO NO
ENSINO MÉDIO: FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM OU TRANSMISSÃO DE ERROS
CONCEITUAIS?**

Olímpio José da Silva Júnior

Orientador: Prof. Dr. Robson Fernandes de Farias

Co-orientadora: Prof. Dr. Deyse de Souza Dantas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química, na área de concentração: Ensino de Química e Linha de pesquisa: Ensino através de analogias.

Natal

2013

UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede.
Catalogação da Publicação na Fonte.

Silva Júnior, Olímpio José da.

O uso de analogias para o ensino de equilíbrio químico no ensino médio: facilitação de aprendizagem ou transmissão de erros conceituais. / Olímpio José daSilva Júnior. – Natal, RN, 2013.

99 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Robson Fernandes de Farias.

Co-orientadora: Profa. Dra. Dayse de Souza Dantas.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Instituto de Química. Programa de Pós-Graduação em Química.

1. Química – Metodologia de ensino - Dissertação. 2. Erros conceituais - Dissertação. 3. Equilíbrio químico – Perspectivas de aprendizado - Dissertação. I. Farias, Robson Fernandes. II. Dantas, Dayse de Souza. III. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. IV. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 373.5:54

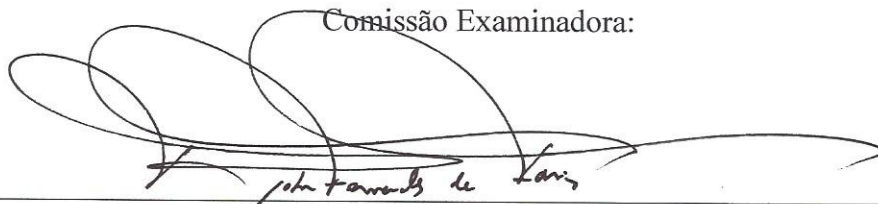
Olímpio José da Silva Júnior

O USO DE ANALOGIAS PARA O ENSINO DE EQUILIBRIO QUIMICO NO ENSINO
MEDIO: facilitação da aprendizagem ou transmissão de erros conceituais?

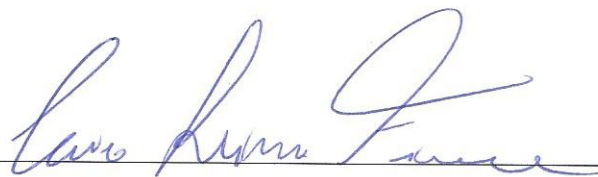
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Química da Universidade Federal
do Rio Grande do Norte, em cumprimento às
exigências para obtenção do título de Mestre em
Química.

Aprovada em: 29 de julho de 2013.

Comissão Examinadora:



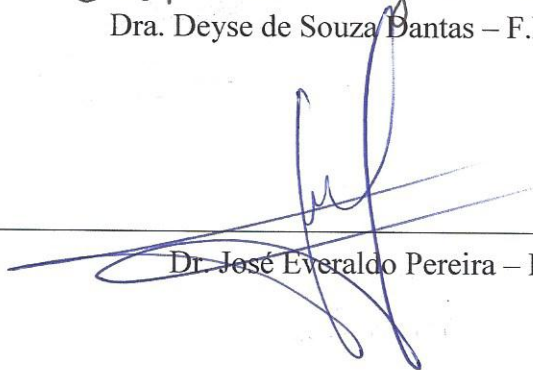
Dr. Robson Fernandes de Farias – UFRN (orientador)



Dr. Caio Lima Firme – UFRN



Dra. Deise de Souza Dantas – F.M.Nassau



Dr. José Everaldo Pereira – IFRN

Dedico esta pesquisa a Deus, a minha mãe Maria Auxiliadora e a minha filha Alicia Olímpia pelo incentivo, apoio e carinho. E também aos professores de Química que anseiam uma aprendizagem mais eficaz de seus estudantes.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela conquista e ao título.

Aos meus orientadores prof. Dr. Robson Fernandes de Farias e prof. Dr. Deyse de Souza Dantas pela atenção e orientação.

A minha mãe Maria Auxiliadora, pai Olimpio José e irmã Kátiuscia pelo carinho e compreensão.

A minha filha Alicia Olímpia por nunca me permitir desistir, por vezes no meu colo quando estive a “dissertar”.

Aos professores do curso da pós-graduação em Química e seus conhecimentos compartilhados.

Ao Família & Amigos pela força.

Aos colegas pela amizade e auxílio na revisão, qualificação e defesa.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro e fomento à pesquisa.

O USO DE ANALOGIAS PARA O ENSINO DE EQUILIBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO: FACILITAÇÃO DA APRENDIZAGEM OU TRANSMISSÃO DE ERROS CONCEITUAIS?

Olímpio José da Silva Júnior

Orientador: Prof. Dr. Robson Fernandes de Farias

Resumo

O uso de analogias no Ensino Médio é frequentemente utilizado ao ensinar química, seja abordada em livros didáticos ou em sala de aula pela utilização dos professores, isso é devido ao grande número de conceitos abstratos regentes desta disciplina. As analogias são conceituadas por diversos autores, no qual estes convergem para a ideia de que estas são ferramentas que buscam uma maneira de elucidar um conceito desconhecido comparando-o a um conceito familiar, relacionando seus atributos similares e não similares. A partir de um levantamento das analogias encontradas nos livros didáticos de química do Ensino Médio que abordam o conteúdo equilíbrio químico e de estudos já produzidos na área apontando os principais erros conceituais apresentados pelos estudantes neste conteúdo é realizada uma análise das analogias encontradas, para com isso realizar a verificação do seu direcionamento a erros conceituais pelo uso dos estudantes e/ou pela utilização de professores em sala de aula ou se promovem a facilitação da aprendizagem.

Palavras-chaves: Analogias, erros conceituais, equilíbrio químico, ensino da química.

USE OF ANALOGIES FOR TEACHING CHEMICAL EQUILIBRIUM IN HIGH SCHOOL: *FACILITATING LEARNING CONCEPTUAL ERRORS OR TRANSMISSION?*

Olímpio José da Silva Júnior

Mastermind: Prof. Dr. Robson Fernandes de Farias

Abstract

The use of analogies in high school is often useful for chemistry teaching, either on textbooks or by teachers in the classroom. This use is justified by the large number of abstract concepts that rules this course. Analogies are conceptualized by several authors, which converge on the idea that these are tools that seek a way to elucidate an unknown concept by comparing it to a familiar one, relating their similar and dissimilar features. An analysis on a survey of analogies found in high school chemistry textbooks and chemical equilibrium studies is performed in order to verify whether they are leading to misconceptions for their use by students and/or for their use by teachers in the classroom, or whether they promote a learning facilitation.

Keywords: Analogies, misconceptions, chemical equilibrium, teaching chemistry.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
OBJETIVOS.....	17
<i>Objetivos Gerais</i>	17
<i>Objetivos Específicos</i>	17
CAPÍTULO 1 – CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E ERROS CONCEITUAIS.....	18
1.1. <i>Definições de concepções alternativas e erros conceituais</i>	18
1.2. <i>Como surgem às concepções alternativas nos estudantes</i>	21
1.3 <i>Características das concepções alternativas</i>	23
1.4 <i>Os principais erros conceituais evidenciados no ensino de equilíbrio químico</i>	24
CAPÍTULO 2 – AS ANALOGIAS.....	43
2.1. <i>Modelos</i>	43
2.2. <i>Definindo Analogias</i>	45
2.3. <i>Variabilidades terminológicas</i>	49
2.4. <i>O uso de analogias na Química</i>	50
2.5 <i>Usando analogias para ensinar</i>	52
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	54
3.1. <i>Desenvolvimento do estudo</i>	54
3.2. <i>Levantamento das analogias encontradas nos livros didáticos de química</i>	54
3.3. <i>Classificação a partir do modelo adaptado do proposto por Thiele & Treagust (1994)</i>	56
3.4. <i>Análise das analogias encontradas nos livros didáticos de química</i>	59
3.5. <i>Questionário aplicado aos professores</i>	62
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	64
4.1. <i>Questionários</i>	64
4.2. <i>Analogias encontradas nos livros didáticos</i>	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
REFERÊNCIAS.....	91
ANEXOS.....	95
<i>Anexo 1 – Livros analisados</i>	95
<i>Anexo 2 – Questionário de entrevista aos professores</i>	97

INTRODUÇÃO

O uso de analogias tem crescido como uma alternativa na tentativa de facilitar o ensino de Ciências, Duarte (2005) aponta que vários autores têm acentuado o uso das analogias como uma ferramenta de ensino e aprendizagem das ciências, e isso normalmente ocorre com conteúdos que apresentam maior grau de dificuldades ou aqueles que são ditos abstratos onde os estudantes apresentam dificuldades para interpretação e compreensão. Grande parte destas analogias encontra-se em livros didáticos de química e os professores as utilizam como recurso de ensino em suas aulas.

Em relação aos livros didáticos, muitos podem trazer erros conceituais e trabalhar com um conceito pronto e concebido, não sendo tratados numa perspectiva de construção de conceitos com os estudantes. Imagens e ilustrações trazidas nestes livros podem, também, levar os estudantes a conceber essas concepções errôneas em relação aos conceitos científicos, principalmente, quando algumas delas não são discutidas com os estudantes. Nesse ponto, podemos evidenciar o uso de analogias extraídas de livros didáticos usados como ferramentas e referencial teórico pelo professor, onde a extração dessas analogias para o uso em aula pode não ocorrer de maneira orientada e/ou sem planejamento. Isso pode conduzir o estudante, ao direcionamento às concepções distintas as quais essas analogias inicialmente propunham.

Zambon, Piccini e Terrazzan (2009) tratam a respeito desta abstração citada por Duarte (2005), já que frequentemente encontra-se nas pesquisas indicações para utilização de analogias no ensino de conceitos abstratos. Este termo é difícil de ser definido, o qual normalmente está relacionado com algo difícil ou complexo e não depende de quem interprete/estuda. Carraher (1983) define como termos/conceitos abstratos aqueles que não possuem atributos classificatórios nem correspondem diretamente a objetos ou situações concretas. Lawson (1993), afirma que existem dois tipos de conceitos: aqueles que são exemplares perceptíveis no ambiente, chamados de conceitos descritivos e aqueles que não possuem exemplares perceptíveis no ambiente, denominado de teóricos. Zambon, Piccini e Terrazzan (2009) comparam a definição de conceito teórico de Lawson com a definição de conceito abstrato feita por Carraher (1983). Isso é relevante para se entender a grande utilização das analogias e assim, os conceitos da disciplina de Química, tendo em vista o grande número de conceitos abstratos que compõe esta disciplina, exigindo um uso cognitivo elevado pelos estudantes.

A utilização das analogias por professores é uma alternativa que visa à busca da superação das dificuldades que os estudantes apresentam com esses conceitos abstratos tão

presentes na disciplina de Química. O pensamento analógico se faz presente na formação científica e acadêmica destes estudantes, a partir não só, da utilização dos professores, mas pela notória presença nos livros didáticos, que são ferramentas indispensáveis e de fundamental formação na educação vigente.

O pensamento analógico tem sua origem desde o aparecimento da linguagem (CURTIS; REIGELUTH, 1984), onde as primeiras teorias sobre analogia e metáforas surgiram na Grécia clássica com Aristóteles (sec. IV AC). Embora os estudos a respeito do uso de analogias no Ensino tenha crescido nas últimas décadas, o uso das analogias na Ciência já vem desde séculos, basta um ligeiro olhar pelos modelos atômicos, para constatar que estão repletos de analogias com o intuito dos cientistas em explicá-los. Dessa maneira, as analogias vêm se constituindo como um recurso para os teóricos da argumentação, diferente do propósito útil de filósofos, teólogos e poetas, num ponto de vista estético de utilização, onde para os cientistas é vista com um guia de investigações empíricas, sendo posteriormente eliminadas após terem sido úteis.

As analogias foram utilizadas e tiveram grande contribuição no avanço das ciências e em várias áreas ao longo da história, podendo-se evidenciar sua importância nas descobertas científicas a partir da afirmação realizada:

Difícilmente pode imaginar como luto para utilizar as minhas ideias poéticas na descoberta de analogias e figuras remotas relativas à terra, ao sol e a toda a classe de objetos – porque acredito que é forma verdadeira (corrigida pelo discernimento) de levar a cabo uma descoberta”. (FARADAY, 1845 apud DUARTE, 2005, p.08.)

Ainda assim, muitos autores advertem sobre o perigo ao uso das analogias para ensinar, pois, podem gerar ideias não desejadas pelo professor na cognição dos estudantes. A saber:

Devemos ter cuidado com o uso de analogias e metáforas apresentadas nos livros didáticos, pois, em geral, não parece haver preocupação com a forma de abordagem dessas analogias nos livros, ou seja, não se consegue estabelecer se as apresentações obedecem a alguma abordagem sistematizada. Estas apresentações, particularmente em Biologia, não evidenciam uma preocupação com as características do conceito-análogo (isto é, aquele que é mais familiar ao aluno) que não serão utilizadas como referência para se pensar sobre conceito-alvo (ou seja, aquele que se pretende ensinar). Isto pode contribuir para a formação ou reforço de concepções alternativas, baseadas justamente em aspectos onde o análogo e o alvo não se correspondem. (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000, p.02.)

Os autores advertem o risco que pode causar o uso de analogias sem uma sistematização por quem venha a utilizá-las como ferramentas de aprendizagem. Concepções alternativas, oriundas deste mau uso, seria uma consequência que acarretaria alguns erros conceituais. Segundo Silva e Núñez (2007), as concepções alternativas, em geral, são incoerentes com o conhecimento científico. Nelas estão as bases (ou esquemas mentais) de erros conceituais que os estudantes manifestam, quando resolvem problemas, que exigem o conhecimento científico.

Mais a frente apresenta-se de maneira detalhada as características e diferenças entre concepções alternativas e erros conceituais. Porém, basicamente, as concepções alternativas são ideias construídas pelos estudantes a partir de suas vivências, mas não significa que estas podem levar a erros conceituais, que são posicionamentos, muitas vezes arraigados por estas ideias, que os levam a se distanciar dos conceitos considerados como verdadeiros pelo conhecimento científico. Por isso é consistente um estudo sobre o uso de analogias para o Ensino, se podem ou não levar os estudantes ao erro conceitual.

Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2000) aponta Cachapuz (1989), que afirma sobre a linguagem das ciências com as suas próprias características e regras, com predominância em suas definições e dotada de estilo pessoal, que no contexto educacional não favoreceria a função interpretativa/explicativa da linguagem, mas apenas a função de transmissão de conhecimento, ou seja, o objetivo principal, no uso das analogias na comunicação entre professor e estudante, seria o de avaliar se a informação foi corretamente transmitida.

Raviolo e Garriz (2008) afirmam que o uso de analogias no ensino pode contribuir ajudando na visualização de conceitos abstratos e ainda servindo como elementos motivacionais às aulas. Porém, apresentam um lado negativo que podem levar a compreensões erradas, como erros conceituais, por exemplo:

1. A analogia nela mesma assumida como o objeto de estudo;
2. Atribuição incorreta dos atributos do análogo ao alvo, conceito a ser compreendido;
3. Retenção de apenas aspectos superficiais;
4. Não abstração das correspondências entre os domínios.

Essa problematização na utilização de analogias tem gerado um aumento na pesquisa sobre este tema e estimulado pesquisadores da área a estudar o papel da linguagem metafórica no processo cognitivo humano, a partir, do uso das analogias para ensinar.

Notrabalho desenvolvido por Glyn (1991) intitulado de *Modelo de Ensino com analogias* (“TWA – Teaching With Analogies”), este é um modelo sistematizado que oferece seis passos metodológicos para ensinar com analogias, que foi desenvolvido a partir das análises de livros-textos em ciências.

No trabalho de Glyn (2007), ele contextualiza esses passos ao se utilizar deste modelo no ensino dos conceitos sobre células a partir de um brinquedo infantil, o Lego, com os seguintes passos:

1. Introduzir o conceito alvo, a célula, para os alunos.
2. Relembre aos alunos o que eles sabem do conceito analógico, um Lego.
3. Identificar as características relevantes da célula e um Lego.
4. Conectar (mapa) as características semelhantes da célula e um Lego.
5. Indicar onde a analogia entre a célula e um Lego não são similares.
6. Tirar conclusões sobre a célula.

Este modelo é uma tentativa de reduzir desvantagens de aprendizagem causadas decorrentes da utilização desta ferramenta de ensino ao ensinar. Harrison e Treagust (1993) e Treagust, Harrison e Venville (1996), propõem outro modelo que é baseado na *modificação do Modelo de Ensino com analogias*, no qual a posição das últimas etapas são invertidas.

Spiro et al (1989), propôs o *Modelo de analogias Múltiplas*, onde na abordagem do tema de estudo são usadas múltiplas analogias interligadas, onde cada uma é elaborada a partir da anterior. Brown e Clement (1989) proporam o *Modelo de Analogias de Aproximação* (“Bridging Strategy”), no qual consiste em estabelecer um raciocínio analógico entre situações que não são encaradas pelos estudantes como análogas, para que dessa forma fossem aproveitadas as intuições dos estudantes a chegarem ao conceito científico por meio de analogias, que Duarte (2005) denomina, intermédias. Silva (2010), afirma que a maioria das analogias encontradas nos livros-textos de química não se apresentam como um bom recurso didático, pois essas só contemplam os dois primeiros passos do modelo TWA.

Bachelard (1996) foi um dos autores que alertou e combateu os perigos da má utilização de analogias no ensino de Ciências e que, introduziu o conceito de obstáculo epistemológico em seu livro “A formação do espírito científico” de 1938, onde realizou uma análise epistemológica e psicológica dos obstáculos causados a formação do conhecimento científico. Bachelard (1996) considera que esses obstáculos estariam fundamentados em sua primeira experiência no abuso de imagens usuais, conhecimento unitário, substancialismo, realismo e animismo.

Sua visão racionalista possibilitou analisar exemplos, onde ele considera o conhecimento pré-científico fortemente presente de obstáculos, pois, havia dominação de imagens e generalizações que levavam a um pensamento imediato e de uma visão concreta, impedindo o processo de abstração necessário para a formação do conhecimento científico. Dessa maneira, Bachelard aponta que o uso de analogias está ligado diretamente as concepções prévias, e esse tipo de linguagem possui a capacidade de formar/reforçar esses obstáculos, como por exemplo o substancialismo e o animismo.

[...] no capítulo “O primeiro obstáculo: a experiência primeira” pode-se perceber claramente observações em que Bachelard mostra a sua posição contra o uso de imagens na ciência e no ensino da ciência. Ele diz que *“uma ciência que aceita 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”* (BACHELARD, 1996, p.48).

Bachelard (1996) afirma que as abstrações originadas a partir de fenômenos concretos bloqueiam o pensamento científico, ou seja, a utilização de analogias, em experiências primeiras, levaria o pensamento científico para um pensamento metafórico, causando um impedimento ao pensamento abstrato, de modo, a produzir barreiras que iriam contra as vias psicológicas normais do pensamento científico. Fica evidente que esta posição alerta para o cuidado no uso desta ferramenta, indicada pelos autores, fazendo necessário que se pense a respeito de sua utilização e os perigos envolvidos na aprendizagem de química pelo seu uso por professores diante dos alunos, onde estas são normalmente oriundas e/ou consultadas em livros didáticos.

Silva (2010) ao fazer uma abordagem sobre as analogias usadas nos livros didáticos faz referência aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que fala sobre a necessidade do uso de recursos que possibilitem ao aluno compreender as transformações químicas de maneira concreta, para que assim, tenha-se uma facilitação do desenvolvimento do conhecimento construído pelo estudante. Isso torna as analogias presentes na educação brasileira como ferramenta de ensino-aprendizagem. Bachelard (1996) considera que a utilização excessiva de imagens que se acumulam prejudica a razão, pois, seu lado concreto, apresentado sem prudência, impede a visão abstrata e nítida dos problemas reais.

Temos Bachelard (1996) apontando que o uso excessivo de imagens, metáforas e analogias seriam um dos problemas do entendimento abstrato para a formação do pensamento científico e, por outro lado, um documento nacional de educação que orienta profissionais desta área para o uso de ferramentas que possibilitem os professores tornarem mais concretos

os conceitos de transformações químicas, para os estudantes, fato decorrente do grande nível de abstração ao qual estão arraigados os conceitos da disciplina de Química.

Essa incoerência sobre o uso das analogias para formação do pensamento científico não é um indicativo de que algum autor está errado, mas sim uma suposição de que é necessário averiguar se há uma má utilização ou um desentendimento desse recurso aplicado ao Ensino de Química. No estudo de Raviolo e Garritz (2008) percebe-se de forma clara a partir da citação de Lewis (1993) o seu incentivo ao uso deste recurso:

[...] deveriam usar analogias, por que: muitos estudantes, em cursos introdutórios, não estão preparados apropriadamente para uma apresentação convencional da temática, e dado que a química é uma ciência em crescimento, é aconselhável o uso de analogias até que uma apresentação matemática mais rigorosa possa ser absorvida pelos estudantes. (LEWIS, 1993 apud RAVIOLO; GARRITZ, 2008, p. 627).

Porém, observando a utilização das analogias nos livros didáticos de química, como uma estratégia de aprendizagem para facilitar e incorporar os conceitos abstratos na formação da apreensão científica dos estudantes, Raviolo e Garritz (2008), evidencia sobre a não incorporação de recomendações pelas investigações já existentes nesta área, como foi visto anteriormente alguns modelos propostos de sistematização, visando diminuir os desvios de aprendizagem que esta ferramenta possa causar, citam alguns conselhos que não são seguidos, como as características e a posição destas no texto ou uma melhor maneira de apresentação destas analogias no texto. Raviolo e Garritz (2008) abordam sobre a discursão apresentada por Lewis (1933) em relação ao uso de analogias em textos de química:

1. Ressalta as vantagens e desvantagens de seu uso;
2. Previne ao uso não instrutivo, apenas anedótico ou humorístico;
3. Sobre certas hipóteses absurdas que os professores realizam ao superestimá-las;
4. Adverte sobre o perigo de gerar ideias não desejadas, pelo professor, na mente dos estudantes, os erros conceituais;

Se tornanotório, os autores alertando e tomando precauções sobre o uso das analogias como recurso didático no ensino de ciências, mas pode-se averiguar, também, que alguns autores abordam sobre os benefícios que esta ferramenta pode gerar na aprendizagem dos estudantes. Venville e Treagust (1996 apud SILVA; LIMA; SILVA, 2010) observaram que o uso das analogias para explicar certos conceitos, para os alunos, possibilita uma contribuição para a mudança conceitual. Com isso, Silva, Lima e Silva (2010) afirmam

que, para a mudança conceitual ocorrer, se torna necessário a insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade e utilidade, onde não seria apenas uma troca de uma concepção por outra, seria um aumento das concepções para melhorar e promover o conhecimento que os alunos já possuem.

Ou seja, o uso das analogias subsidia a mudança conceitual segundo os autores, porém, não concluem se esta seria um modo melhor dos alunos expressarem o que desejam, no qual de outra maneira não seria possível.

No estudo de Raviolo e Garritz (2008), estes citam Piquette e Heikkinnen (2005) no qual se referem às analogias como sendo uma das quatro estratégias instrucionais normalmente usadas na tentativa de incorporação de condições necessárias para a mudança conceitual: “os grupos cooperativos, os textos de refutação, as analogias e os modelos passo a passo, como o ciclo da aprendizagem”. Segundo os autores, Piquette e Heikkinnen enquadram as analogias nas premissas da mudança conceitual de Posner et al. (1982): insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade e proveito.

Duarte (2005), ao estudar os atributos da analogia no ensino de ciências, faz uma abordagem sobre este tema no âmbito das ciências cognitivas, esta por sua vez, integra Psicologia, Filosofia da Ciência e Linguística, a Neurociência e Inteligência Artificial. Segundo Vosniadou e Ortony (1989), o que caracteriza melhor o estado dos conhecimentos nesta problemática é o estimulante pluralismo teórico e empírico, onde se torna consensual a ideia de que a analogia se fundamenta em processos cognitivos e interacionais e deve ser estudada no seu uso e no contexto da conceitualização, do processamento mental e da experiência individual, social e cultural.

Desta maneira, outros estudos foram realizados no que se refere a este tema, sua compreensibilidade não se limitou apenas ao ramo psicológico, linguístico ou mesmo no desenvolvimento cognitivo, mas sim, estudos relativos a analogia e o raciocínio analógico, analogia e percepção, analogia e imaginação, analogia e criatividade, analogia e memória, dentre outros. Duarte (2005), afirma que dentro dessas áreas de estudo existem divergências entre os autores em relação ao tema, mas o que se nota é uma emergente ideia de que o processo cognitivo subjacente à analogia é baseado no raciocínio analógico, onde várias competências cognitivas - como percepção, imaginação, criatividade, memória - podem ser envolvidas.

A autora ainda versa sobre uma revalorização das analogias que está ligada intimamente às mudanças ocorridas na Filosofia da Ciência. Na visão positivista e neo-positivista, tem-se as como um papel heurístico, de apenas instrumento de invenção capaz

fornecer ao pesquisador hipótese que o orientem em sua investigação (PERELMAN,1990 apud DUARTE, 2005, p.11) depois elas desapareceriam, na reconstrução racional, para conferir, segundo Gross (1990, apud DUARTE, 2005, p 11), a sensação de que a ciência descreve a realidade independente das formulações linguísticas. Duarte (2005), a partir disto, conclui que a explicação e descrição da realidade é papel da ciência e, dessa maneira, só a linguagem literal é adequada e empiricamente respeitável para a caracterização objetiva dessa realidade. Porém, com a Nova Filosofia da Ciência em emergência, vêm pôr em causa os pressupostos positivistas e neo-positivistas, permitindo uma nova lógica pra a construção do conhecimento científico, permitindo, dessa maneira, que elementos psicológicos e sociológicos entrem no que seria racionalidade científica. Postulando-se assim, uma re-humanização da ciência, relacionando-a a uma linguagem interpretativa, no qual a construção teórica se faz sem dissociar da sua comunicação e argumentação (SUTTON, 1992 apud DUARTE, 2005, p 11).

Com isso, a autora conclui que para além da sua capacidade heurística, a analogia confere um poder discursivo ao conhecimento científico, promovendo uma nova visão ao “não observável” como, também, providenciando formas de argumentação, tornando possível seja na comunicação científica, ou seja, no desenvolvimento da ciência, sendo assim culturalmente intencional e socialmente significativa.

Essa abordagem realizada por vários autores sobre o uso de analogias faz com que se questione se a sua utilização para o ensino, ou seja, se o raciocínio analógico, oriundo de sua utilização, permite uma aprendizagem de conceitos na área de química pelos alunos. Se os cientistas faziam uso das analogias para divulgar suas ideias para outros cientistas e para fazer mais acessíveis aspectos complexos, com maior razão se justifica sua utilização no âmbito do ensino (RAVILOLO; GARRITZ, 2008). Mas, e os docentes, será que realmente usam desta ferramenta para ensinar? De onde são retiradas as analogias quando as usam? Eles criam as suas próprias analogias? E quando usam, será que promovem uma real aprendizagem de conceitos ou causam a indução destes estudantes ao erro conceitual? Esses questionamentos direcionam esta pesquisa a averiguar o uso das analogias no ensino de química no ensino médio.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

- Analisar se as analogias presentes nos livros didáticos de Química do ensino médio facilitam a aprendizagem ou promovem o desenvolvimento de erros conceituais nos estudantes.

Objetivos Específicos

- Identificar em livros didáticos de química a presença de analogias no desenvolvimento do conteúdo de equilíbrio químico;
- Identificar nessas analogias se apresentam indicativos de provável indução a erros conceituais nos estudantes, isso a partir dos erros conceituais apresentados pelos estudantes em pesquisas anteriores.
- Avaliar em que medida, a postura reflexiva ou não reflexiva do docente termina por reforçar a propagação de erros conceituais e/ou, a recorrência ao uso indiscriminado de analogias.

A partir disto, oferecer um trabalho que reflita na orientação dos professores nas salas de aulas com o uso das analogias junto aos estudantes, para que haja uma reflexão no uso das analogias ao ensinar química.

CAPÍTULO 1 – CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E ERROS CONCEITUAIS

1.1. Definições de concepções alternativas e erros conceituais

O uso de analogias por livros da literatura e por professores é uma forma de ensino que tem por intuito, obter dos estudantes uma aprendizagem baseada na comparação de atributos entre um análogo e um conceito alvo, no qual se pretende aprender, e isso decorre em virtude, do alto grau de abstração apresentado pelos conceitos que compõem as ciências, em particular a Química. Sendo essa uma das maneiras pelos quais esses sujeitos usam e acreditam ser promotoras de superação, por parte dos estudantes, nas barreiras abstratas existentes em sua cognoscência. No estudo de Raviolo e Garriz (2008) a respeito do uso de analogias no Ensino, as analogias avaliadas são propostas para a explicação do Equilíbrio Químico ao longo do passado por pesquisadores da área, e os autores avaliadores se preocupam com as possíveis dificuldades de aprendizagem no qual possa vir a gerar e as concepções alternativas que possam promover a partir dessa ferramenta em uso na contemporaneidade.

Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2000) ao estudar as analogias no Ensino de Ciências, a partir de uma visão epistemológica de Gaston Bachelard, apontaram para o ressalve que, segundo Lopes (1996), Bachelard promove em ressaltar a necessidade dos professores tomarem conhecimento das concepções prévias dos alunos e cita sobre a problemática do obstáculo pedagógico, ainda que embora Bachelard não tenha nenhuma obra com textos voltados para o Ensino.

Santos (1991 apud ANDRADE, ZYLBERSZTAJN E FERRARI, 2000) por fazer uma análise do trabalho de Bachelard, no qual, este coloca que o inconsciente do espírito científico é uma fonte primordial de contra pensamentos, disfarçados em dados sensoriais causando a dificuldade ascendente dos valores racionais. Santos ainda afirma que Gaston Bachelard, a partir destas resistências do pensamento ao pensamento, chama de obstáculos epistemológicos o que para ele são os conhecimentos subjetivos que entram o conhecimento objetivo, originários da afetividade. A saber:

Estes conhecimentos dizem respeito a aspectos intuitivos, imediatos e sensíveis; a experiências iniciais; a relações imaginárias; a conhecimentos gerais, unitários e pragmáticos; a perspectivas filosóficas empiristas, realistas, substancialistas e animistas; a interesses, hábitos e opiniões de base afetiva, etc. São erros, investidos de tal energia psíquica, que se tornam tenazes e resistentes a toda mudança. (SANTOS, 1991 apud ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000, p 235)

A partir daí, é necessário levar em consideração de que forma realmente esse tipo de ferramenta pode gerar um efetivo aprendizado dos conceitos estudados ou se, ao contrário, promovem uma indução a erros conceituais. As analogias se apresentam em livros-textos do Ensino médio em grande quantidade, inclusive em livros adotados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), e isso pode indicar que os educadores creem que o uso dessa ferramenta promove o aprendizado dos estudantes.

Ao tratar de erros conceituais no qual o uso de analogias possa levar os estudantes, é necessário compreender como o direcionamento a esses erros seria possível. As ideias prévias que os estudantes possuem ante um conceito científico é de fundamental importância para a construção de seus modelos mentais, e esses, para direcioná-los ao aprendizado ou ao erro. Essas ideias prévias, também conhecidas como concepções alternativas, estão presentes sempre que os estudantes precisam organizar sua cognição para interpretar ou compreender algum conceito.

A discussão em torno das concepções alternativas tem-se constituído numa linha de pesquisa dentro da Didática das Ciências Naturais, baseando-se na construção de teorias sobre as ideias dos estudantes e nos questionamentos teóricos e metodológicos, a fim de não só estudar as concepções alternativas, como também o que fazer com elas no ensino-aprendizagem das Ciências (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 1998 apud SILVA; NÚÑEZ, 2007, p.01).

É bastante importante entender o uso dessas concepções pelos educadores no ensino-aprendizagem dos conceitos científicos em sala de aula, uma vez que ao tratar de um conteúdo o direcionamento para a compreensão dos alunos está ligado a ideias que possuem sobre o assunto objeto, concebidas por experiências cotidianas vividas pelos alunos e que promovem esse conhecimento inicial pouco reflexivo e crítico. Ou seja, os alunos constroem suas próprias estruturas mentais a partir do contato que fazem com as informações recebidas, seja por interação com outros indivíduos ou com informações oriundas do meio exterior. Considerar as concepções dos estudantes é fundamental para o professor de ensino-aprendizagem dos estudantes, os professores precisam levar em consideração os saberes que os alunos possuem sobre um determinado assunto objeto de estudo, isso já era proposto por Bachelard.

Muitas denominações a respeito das concepções alternativas são utilizadas, dentre elas, as teorias espontâneas, as concepções espontâneas, ciência dos estudantes e ideias prévias. Segundo Giordan e De Vecchi (1996 apud SILVA; NÚÑEZ, 2007, p.02) tratam que houve momentos em que as concepções alternativas já foram encaradas como concepções errôneas e erros conceituais, dessa maneira, construindo uma ideia negativa a seu respeito.

Dessa maneira, é preciso buscar o que seriam as concepções alternativas para seu estudo e uso serem significativos em nossa pesquisa. Wandersee, Mintzes e Novak (1994, p. 125apudSILVA; NÚÑEZ, 2007, p.02) denominavam as concepções alternativas como produtos formados pelos estudantes a partir de seu esforço individual para dar sentido e organização a certo objeto de estudo. Esse conceito torna clara a natureza dessas ideias prévias, oriundas dos estudantes, que a fim de tratar de um determinado evento natural cotidiano ou interpretar fenômenos naturais, construam essas ideias com o intuito de compreensão desses fenômenos. Mas será que essas concepções alternativas estão sempre a induzir os estudantes ao erro, ou possuem potencialidade positiva?

Precisamos identificar o que seriam os erros conceituais e como os estudantes chegam a eles. Segundo Carrascosa (2005) as concepções alternativas são as ideias que levam ao erro conceitual, porém ele define o erro conceitual como sendo respostas rápidas, seguras e contraditórias ao conhecimento científico, dominadas pelos estudantes e pertinentes em sua repetição. Isso possibilita compreender a relação entre as concepções alternativas e os erros conceituais e, que normalmente, ficam conotadas negativamente, onde, possuir concepções alternativas significa está induzido automaticamente aos erros conceituais, ou seja, quando um estudante tenta explicar um evento natural ou um fenômeno, automaticamente suas ideias propostas por sua cognição já estariam induzindo-o a cometer erros conceituais. Mas na verdade, os erros conceituais cometidos pelos estudantes não são exatamente suas concepções alternativas, mas sim, uma forma que suas concepções os levaram a se manifestar, dessa maneira, as concepções alternativas de um estudante também pode o levar ao encontro do conhecimento que se quer atingir.

As concepções alternativas, em geral, são incoerentes com o conhecimento científico. Nelas estão as bases (ou esquemas mentais) de erros conceituais que os estudantes manifestam quando resolvem problemas que exigem o conhecimento científico. (Silva; Núñez, 2007, p.08).

Para Giordan e De Vecchi (1996), as concepções intervêm na identificação da situação, na seleção das informações necessárias, no tratamento dessas informações para a produção dos sentidos. Os estudantes quando estão dispostos diante de um objeto de estudo, usam de suas vivências e experiências para identificar e tratar do assunto, dessa maneira se utiliza do conhecimento formado que possuem desprovidos de caráter científico para compreender e criar sentidos a respeito deste objeto. Um exemplo simples que pode ser abordado é sobre o conceito científico de trabalho, quando se fala do mesmo com alunos do ensino médio. Seu primeiro contato com o objeto de estudo não seria surpresa relacionarem

tal tópico com sentido desvinculado ao conhecimento científico. Provavelmente a ideia prévia a respeito do conteúdo abordado pelos estudantes esteja relacionada à labuta ou emprego. Porém, isso não significaria que tal ideia previa o levaria ao erro conceitual, pois ao tratar o conteúdo de forma científica o aluno perceberia que a relação antes feita não está relacionada de forma direta ao conteúdo tratado. Dessa forma, o aluno excluiria essa ideia e, como disse Giordan, selecionaria qual melhor ideia usar para construir sentidos para o objeto de estudo.

Segundo Giordan e De Vecchi (1996), “a passagem de uma visão contínua para uma descontínua exige um enorme esforço de abstração e racionalização, assim como o abandono de toda a prova sensorial”. Com isso, para alguns autores os estudantes precisam deixar de lado suas experiências sensoriais e abraçar de forma brusca as ideias abstratas, algo que não seria tão simples para os estudantes. Silva e Núñez (2007) dão um exemplo a respeito do termo “partícula”. No cotidiano, esse termo está relacionado a uma parte pequena e visível de um corpo, porém, na Química o termo está largamente relacionado a átomos, íons e moléculas, que por sua vez não são perceptíveis aos sentidos. Os estudantes iniciantes de Química, mesmo, com o conceito atômico apresentado e estudado, estes ainda apresentam um caráter abstrato e os estudantes não podem ver ou perceber por seus sentidos esse conceito, dessa maneira, esse conceito de partícula ainda será difícil de abstrair. Tendo em vista o conceito de partícula, como sendo um corpo pequeno e visível, está alicerçado em seus modelos mentais, este seria mais fácil de “ver”.

1.2. Como surgem às concepções alternativas nos estudantes

Para se trabalhar com as concepções alternativas é preciso conhecer suas origens e a natureza dessas ideias. Especialistas na área de Didáticas das ciências Naturais afirmam que, a origem dessas concepções está ligada as experiências cotidianas por esses estudantes e que a absorção de linguagem é comum e sem caráter científico, dessa maneira com característica de procedimentos pouco reflexivos e também críticos.

Segundo Carrascosa (2005), as causas mais importantes relacionadas à origem e persistência das concepções alternativas seriam:

- a) a influência das experiências físicas cotidianas; b) a influência das linguagens cotidianas (oral e escrita), que usamos no nosso dia-a-dia, nas nossas relações interpessoais, como também da linguagem dos meios de comunicação (rádio, TV, cinema, livros etc.); c) a existência de graves erros conceituais em alguns livros didáticos; d) as ideias alternativas dos professores; e) a utilização de estratégias de ensino e metodologias de trabalho pouco adequadas. (CARRASCOSA, 2005).

Carrascosa (2005) aponta que as experiências físicas estão ligadas as experiências do cotidiano, realizada de forma sensorial e internalizada com um pensamento do dia-a-dia, pensamento este que ocorre de forma pouco crítica em relação ao contato com os fenômenos e experiências naturais levando-os a criar essas concepções no objetivo de tentar compreender e justificar esses eventos. Silva e Núñez (2007) apontam para a formação dessas concepções onde quanto mais formadas a partir de experiências cotidianas do que a críticas, mais obstáculos aparecerão para mudá-las.

A comunicação verbal, visual e escrita no qual os estudantes tem contato, seja pelo cotidiano, cinema, TV, revistas, livros e etc. influenciam-no em sua apropriação de linguagem acrítica, no qual muito dos termos utilizados pela linguagem cotidiana são diferentes dos termos científicos. Dessa maneira, os estudantes apresentam uma confusão ao relacionarem esses termos cotidianos ao conhecimento científico.

Em relação aos livros didáticos muitos trazem erros conceituais e/ ou trabalham com os conceitos prontos e concebidos, não trabalhando uma perspectiva de construção de conceitos com os estudantes. Imagens e ilustrações trazidas nesses livros podem também levar os estudantes a conceber essas concepções erradas em relação aos conceitos científicos, principalmente quando algumas delas não são discutidas com os estudantes. Nesse ponto, podemos evidenciar o uso de analogias trazidas de livros didáticos, utilizadas como ferramentas e referencial teórico pelo professor, onde, a extração das mesmas, para o uso em aula pode não ocorrer de maneira orientada e/ou sem planejamento. Isso pode acarretar ao estudante o direcionamento à concepções distintas as quais essas analogias inicialmente propunham.

Um exemplo trazido por Furió (1996 apud SILVA; NÚÑEZ, 2007, p.06), no qual ele retrata a respeito da classificação das substâncias tratada pelo ensino tradicional, onde as substâncias são classificadas como: elementos e compostos; compostos iônicos e covalentes; metais e não-metais. Classificação essa que, ainda, perdura e que Furió leva os estudantes a formularem concepções alternativas aos conceitos científicos vigentes. Dentre essas concepções tratadas pelo autor, logo abaixo:

Os elementos são mais estáveis que os compostos; os elementos podem ser encontrados como tais na natureza; a única forma de sintetizar os compostos é a partir dos elementos; as partículas estáveis das substâncias elementares são simples átomos e, conseqüentemente, as das substâncias compostas são moléculas; os compostos não são substâncias puras e sim misturas; existem três tipos de ligações: iônica, covalente e metálica; as propriedades macroscópicas das substâncias estão determinadas pelo tipo de ligação; os compostos iônicos estão formados por moléculas; os metais estão formados por átomos soltos; a palavra composto é sinônimo da palavra elemento. (Furió, 1996 apud SILVA; NÚÑEZ, 2007, p.07).

Um fato importante é considerar a formação dos professores, uma vez que Viennot (1979 apud SILVA; NÚÑEZ, 2007, p.07) em suas pesquisas, mostrou que o ensino é responsável por difundir muitas concepções alternativas. Dessa maneira, pode-se entender, a princípio, que parte dessas concepções pode não ser adquirida apenas por experiências sensoriais e cotidianas desses estudantes, mas também, daqueles que deveriam direcionar esses estudantes para a internalização dos conceitos científicos. Segundo Silva e Núñez(2007), os professores quando levam essas concepções não possuem nenhuma estratégia, mas apresentam uma visão limitada na qual indica um insuficiente domínio do conhecimento científico, sendo causada pela inadequada formação didática a respeito das concepções alternativas.

1.3 Características das concepções alternativas

As concepções alternativas são ideias nas quais os estudantes criam esquemas mentais para poderem explicar ou entender, com problemas, experiências ou fenômenos, no qual seria preciso conhecimento científico. Isso os leva a criar ideias distintas dos reais conhecimentos científicos que, por sua vez, são bases para conduzi-los aos erros conceituais.

Dessa maneira, identificar a natureza dessas ideias é algo necessário aos professores para que possam notar quando diante dessas concepções. Oliva Martinez (1999, apud SILVA; NÚÑEZ, 2007, p.63) caracteriza as concepções alternativas baseada em três princípios:

- Da estruturação implícita, da diversidade – coexistência;
- Da sistematicidade homogeneidade limitada;
- Da probabilidade.

Em relação ao caráter implícito, significa dizer que as respostas aos quais os estudantes expressam podem não estar de acordo com suas reais ideias. Ou seja, as concepções que os alunos manifestam externamente podem não ser as mesmas que estão por trás delas, apenas o estudante não conseguiu exprimir fielmente as suas ideias. Os estudantes podem tentar expressar um significado a respeito do que entenderam sobre um conceito estudado, porém, na tentativa de expressar suas concepções, a dificuldade expressa com termos simples e científicos pode leva-lo a tecer ideias distintas do que realmente foram formadas.

Sobre a coexistência, concepções diferentes podem existir a respeito de um mesmo fenômeno, isso significa que, um estudante pode possuir esquemas e estratégias

mentais alternativas sobre um mesmo assunto ou objeto de estudo, e existir uma competição entre elas, contribuindo ainda mais para um erro conceitual.

Sistematicamente as concepções podem existir de maneira incoerente ao que seria a organização de um conhecimento científico, porém, possuem uma sistematicidade em sua organização que são específicas.

Quanto à probabilidade, as construções de esquemas realizadas pelos estudantes sobre as concepções alternativas são do tipo probabilístico, pois, um estudante, quando diante de uma questão concreta não apresenta um lógica determinista para selecionar seus argumentos e proposições, elas apresentam o mesmo status e isso faz causar uma incerteza nos resultados.

Silva e Núñez(2007)fazem uma relação das principais características que levam ao erro conceitual como formas de expressão das concepções alternativas numa tentativa de apresentar suas relações. Para isso, buscam apoio em estudos a respeito dos erros conceituais apresentados por Carrascosa (2005) em seu resumo sobre as características mais comuns desses erros:

Se repetem insistentemente ao longo de diferentes níveis educativos resistindo ao ensino do conhecimento sistematizado que os contradiz; estão associados com frequência a uma determinada interpretação sobre um conceito científico dado, diferente do que é aceito pela comunidade científica; são respostas expressas de forma rápida, sem dúvidas, com a idéia de que são corretas;são equívocos característicos de um grande número de estudantes e inclusive de alguns professores. (Carrascosa, 2005).

Visto isso, a identificação e o combate aos erros conceituais precisam ser do conhecimento dos professores, para que sejam evitados ou diminuídos seus impactos oferecidos ao conhecimento dos estudantes, e dessa forma perpetuados pelos níveis educativos até mesmo aos futuros professores.

1.4 Os principais erros conceituais evidenciados no ensino de equilíbrio químico

A partir do levantamento e investigação das concepções alternativas, sua origem nos estudantes e suas características, poderemos agora interpretar e conhecer as principais e, mais pertinentes, concepções alternativas apresentadas pelos alunos sobre os conceitos envolvidos no conteúdo de equilíbrio químico.

Utilizaram-se como referência alguns trabalhos nos quais as abordagens realizadas em suas pesquisas a respeito dos problemas encontrados relacionados com as concepções, apontavam para a identificação dos principais erros conceituais apresentados pelos estudantes deste tema, onde se fez um levantamento, das concepções relevantes, produzido a partir da

utilização de questionários, alternativas existentes evidenciadas, nos estudantes de escolas do ensino médio.

Silva (2008), realizou um projeto de acompanhamento da implementação de reforma curricular, do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no qual, em uma primeira etapa discutiu com os professores o elevado índice apresentado de evasão e repetência na disciplina de Química Geral.

Dessa maneira, a partir dos dados e informações obtidos ela começou a inventariar as concepções alternativas, expressas por esses estudantes, no início do curso para os conhecimentos desta disciplina. Os 130 estudantes matriculados na disciplina no semestre de 2005.1 foram convidados a responder questionários, na forma de pré-testes, no início da unidade prevista para a disciplina contendo quatro a cinco questões. Dessa maneira, 123 alunos responderam ao questionário contendo quatro questões abertas que abordavam o tema Equilíbrio Químico em três turmas diferentes, no qual, 37 destes alunos, já cursavam a disciplina, pela segunda vez. Tendo em vista que, o levantamento das concepções alternativas foi realizado na Graduação de Química, vale salientar ainda, que esse procedimento é válido para esta pesquisa, onde o foco é o desenvolvimento das concepções no Ensino Médio, pois sabendo que a disciplina de Química Geral é introdutória nos cursos de graduação de Química, existe a possibilidade das concepções encontradas, ainda, serem frutos das experiências no nível de ensino anterior.

Uehara (2005) procurou identificar os erros conceituais que apontam as dificuldades de aprendizagem dos estudantes no ensino médio, onde em seus objetivos estavam: identificar erros conceituais que ocorrem com maior frequência entre alunos do ensino médio ao estudarem o tema Equilíbrio Químico; conhecer como os alunos entendem o Equilíbrio Químico através de representações por desenhos ilustrando uma reação química. A pesquisa foi realizada em três escolas particulares na cidade de Natal/RN, na qual foi aplicado um questionário contendo onze questões abertas e quatro questões fechadas sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico. O questionário foi aplicado a 150 alunos da segunda e terceira séries do Ensino Médio.

Em seu trabalho Uehara (2005) faz referência a pesquisas anteriores, na qual também houve o levantamento das concepções alternativas dos estudantes, em uma dessas, Furió e Ortiz (1983 apud UEHARA, 2005) fizeram um levantamento dos erros dos estudantes aplicando questionário a grupos de universitários do curso de Orientação universitária e a futuros professores de Química. Dessa pesquisa, o erro mais evidenciado e que chamou a

atenção dos pesquisadores, foi o conflito existente, entre os conceitos de massa e concentração, onde os alunos confundiram quantidade de matéria e concentração molar.

O autor confere a grande porcentagem de erros apresentado por esses alunos, 95,1%, supõe que o objetivo final numa reação química é o produto final, ou seja, a quantidade do produto em massa sem levar, ao menos, em consideração como ocorreu o processo químico.

Em Machado e Aragão (1996), ao tratar as concepções alternativas de estudantes, em relação ao estado de equilíbrio químico, os alunos apresentam o estado de equilíbrio como sendo reagentes e produtos estando em recipientes distintos.

Raviolo (2001 apud UEHARA, 2005), em sua busca por erros dos alunos em equilíbrio químico, aplicou questionários em alunos do curso de Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Ciências Químicas e Licenciatura em Ciências Geológicas estudantes da disciplina de Química Geral, onde a autora já sinaliza que os alunos apresentaram dificuldades em interpretar fenômenos em unidades, nos quais era preciso o uso de conceitos anteriores, como cinética, estequiometria, gases e reações químicas. Também é visto que os alunos argentinos do curso universitário, onde foram aplicados questionários, apresentavam número maior de erros em relação aos alunos australianos por estudarem o tema de maneira mais enfática na visão qualitativa, ou seja, sem a resolução de demasiados exercícios que objetivam encontrar valores de constantes.

Rocha et al. (2000) ao levantar as dificuldades apresentadas pelos alunos ingressantes na Faculdade de Ciências Veterinárias, constatou que as ideias prévias mais destacadas foram as mesmas encontradas por Machado e Aragão, onde os alunos apresentaram os reagentes e os produtos em recipientes diferentes no estado de equilíbrio, e também destacaram-se a representação das reações em formas animistas.

Os principais erros conceituais, apresentados pelos estudantes, pesquisados por Quilez e Sanjosé (1995):

- a. Incorreta representação da dupla seta nas reações químicas;
- b. Erros relacionados à interpretação do dinamismo nas reações de equilíbrio químico;
- c. A compartimentação de reagentes e produtos no equilíbrio;
- d. Confusão devido à estequiometria das reações químicas não quantitativas;
- e. Confusão entre massa e concentração em equilíbrios heterogêneos;
- f. Dificuldades com as constantes de equilíbrio

- g. Acreditam que há influência dos catalisadores sobre o equilíbrio químico¹;
- h. Erros na aplicação indiscriminada dos princípios de Le Chatelier.

Pode-se observar que, vários autores já relatavam a problemática existente nos notórios erros conceituais dos estudantes do ensino médio, como também, de alunos em cursos de graduação que requeriam o tema Equilíbrio Químico, como é citado por Furió e Ortiz (1983). Também, apresentaram esses erros os futuros professores de química. Sandoval, como foi visto anteriormente, relata os principais erros conceituais, apontados por Quilez e Sanjosé (1995), que os estudantes frequentemente apresentam, dessa maneira, será realizado um levantamento dos principais erros encontrados por trabalhos mais recentes onde Uehara (2005) e Silva(2008), também, fizeram apontamentos sobre erros conceituais e concepções alternativas, com o uso de questionários, daí realizara-se uma discussão comparando-se e analisando-se os erros apontados por Quilez e Sanjosé (1995) e os atuais erros conceituais levantados por Uehara (2005) e Silva(2008).

Silva(2008) em seus questionários aplicados a cento e vinte e três alunos, de cento e trinta matriculados, uma questão é referente à representação de uma equação química pelo estudante, em relação a uma reação entre gases, em um mesmo recipiente, Figura 1.

- 1) Em um recipiente de 1 litro, são colocados 1 mol de hidrogênio gasoso (representado por ○○) e 1 mol de iodo gasoso (representado por ●●):
- a) Escreva a equação química para a reação que ocorre entre esses dois gases.
 - b) Fazer representação atômico-molecular das espécies no estado de equilíbrio para essa reação.



FIGURA 01 - Primeira questão aberta do questionário de Silva (2008).

Somente um aluno não respondeu a essa questão, representando 0,81 %, onde cerca de 77,42% dos estudantes representaram-na por seta simples e apenas 10 alunos, 8,13%, por seta dupla.

¹Um catalisador acelera uma reação fornecendo um caminho alternativo – um mecanismo de reação diferente – entre reagentes e produtos. Esse novo caminho tem uma energia de ativação mais baixa que o caminho original. À mesma temperatura, uma fração maior moléculas de reagentes pode cruzar a barreira mais baixa da trajetória catalisada e se transformar em produtos do que quando o catalisador não está presente.

É possível observar que esses dados, não indicam, se a maior parte dos alunos compreendeu um estado de equilíbrio coexistindo reagentes e produtos, mas que a reação transcorre apenas em um sentido, a dos produtos. Ainda é possível interpretar que mesmo os alunos que estavam cursando pela segunda vez a disciplina, uma boa parte de suas respostas indica uma porcentagem alta da representação da seta simples, ou seja, mesmo depois de terem tido um contato com a disciplina, mesmo que tenha sido de maneira superficial, alguns estudantes ainda não compreendem o sentido direto e inverso da reação ocorrendo de maneira dinâmica no sistema.

Ainda em relação a dupla seta, Uehara (2005) aborda em sua questão subjetiva 1b, Figura 2, sobre qual entendimento os estudantes possuem sobre a reversibilidade ao questioná-los sobre o uso representativo da dupla seta nas reações químicas.

1. Considere a reação representada pela equação:



Todas as possibilidades de resposta apresentam fatores que aumentam a velocidade da reação direta, **EXCETO**:

- a) Aumento da concentração do oxigênio
- b) Diluição do sistema
- c) Elevação da temperatura
- d) Presença do catalisador

1a. Discuta cada alternativa de resposta utilizando seus conhecimentos conceituais.

1b. Qual o significado da dupla seta representada na reação?

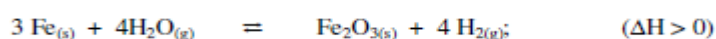
FIGURA02 - Primeira questão do questionário de Uehara (2005).

Dos estudantes, 10% relacionaram a dupla seta ao fato da reação estar em equilíbrio, 32% apresentaram a ideia de reversibilidade, porém não foram claros ao tratar dos conceitos. Outros 6% indicaram que a dupla seta informa a direção no qual a reação se processaria ao alterar-se um fator na reação, no qual para a autora, isto é, um indicativo de que o aluno esteja associando a ideia do símbolo da seta para a direção no qual se altera o equilíbrio. E 52% não chegaram a responder, onde a autora faz um apontamento a respeito de serem preocupantes tantas questões em branco, tendo em vista que o conceito de reversibilidade é fundamental e contribui significativamente para a compreensão de outros fenômenos e conceitos envolvidos no estudo de equilíbrio químico.

Ao comparar os resultados obtidos pelas duas autoras sobre o conceito de reversibilidade, a partir da concepção dos alunos, evidencia-se a má representação da seta dupla ou não conhecimento do seu verdadeiro significado. Muitos estudantes representaram

uma reação de equilíbrio por uma seta simples, indicando o desconhecimento e/ou não relevância sobre a ocorrência da reação nos dois sentidos, enquanto outros alunos apontavam a seta dupla como uma representação para onde a reação se deslocará, caso haja alteração no equilíbrio e um grande número de estudantes não fazem ideia do significado da seta dupla, e como Uehara (2005) também afirma, isto é um caso preocupante para o ensino de equilíbrio químico, já que fundamentalmente os estudantes precisam compreendê-lo para subsidiar a compreensão de outros fenômenos e conceitos deste tema.

4. Um dos processos industriais de obtenção do gás hidrogênio é representado a seguir:



A 300°C, colocam-se inicialmente 5 mols de Fe e 10 mols de vapor d'água. Ao se atingir o equilíbrio, observa-se a presença de 6 mols de vapor d'água. Para se aumentar a produção de hidrogênio deve-se:

- a) aumentar a pressão do sistema
 - b) diminuir a pressão do sistema
 - c) aumentar a temperatura do sistema
 - d) diminuir a concentração do sistema
- 4a. Calcule a constante de equilíbrio da reação representada.

4b. Qual a função dessa constante?

4c. Por que os sólidos não alteram o equilíbrio?

4d. O que significa estar em equilíbrio?

4e. Por que a constante só é alterada com a mudança da temperatura?

FIGURA 03 -Quarta questão do questionário de Uehara (2005).

O questionário aplicado por Uehara (2005), na questão aberta 4d, Figura 3, objetiva a identificação das ideias dos alunos a respeito do que entendiam sobre o conceito de equilíbrio químico. Do total de alunos participantes da pesquisa, 55,4% responderam que estar em equilíbrio significa dizer que as velocidades das reações direta e inversa são iguais, enquanto apenas 8% responderam que estar em equilíbrio significa que as velocidades das

reações direta e inversa são iguais e que suas concentrações são constantes, e 36% não apresentaram resposta.

Estes dados, diferentes dos apresentados por Silva(2008) abordado na questão 1a na Figura 1, não detalham como foram às representações dos alunos em relação à utilização da seta simples ou dupla, embora seja uma das perguntas abertas, porém, a maneira como trata as informações torna perceptível que o autor levou em consideração esse fato, quando aborda, que parte dos alunos, entende como equilíbrio químico o estado no qual as velocidades das reações direta e inversa são iguais. Dessa maneira, podemos levar em conta que, o aluno tenha esquecido um detalhe: representar a reação nos dois sentidos com a dupla seta. Mas, que sabiam que ela transcorria no sentido inverso e direto como nos questionários respondidos pelos estudantes na pesquisa de Silva(2008).Certa parcela dos alunos, mesmo já tendo cursado a disciplina, por exemplo, os alunos dos terceiros anos, os dados indicam que 36,6%, não sabem a respeito dos conceitos básicos de equilíbrio químico e que boa parte, 55,4 % respondeu de forma parcial a respeito dos conceitos de equilíbrio químico. Com isso, é possível afirmar que 92% dos estudantes que responderam ao questionário não sabem os reais conceitos sobre equilíbrio químico.

3. O Equilíbrio $N_{2(g)} + 2O_{2(g)}$ o equilíbrio desloca-se para a esquerda, quando:
- a) a pressão do N_2 , aumentar
 - b) a pressão do NO , é diminuída
 - c) a pressão total aumentar
 - d) as pressões parciais do N_2 e O_2 diminuirem

3a. Qual a diferença entre as possibilidades de resposta (a) e (d)?

3b. Esboce um desenho representando o equilíbrio químico acima.

FIGURA 04 - Terceira questão do questionário de Uehara (2005).

Na questão subjetiva 3b, Figura 4, Uehara (2005) tenta conhecer a maneira pela qual os alunos representam uma reação química em equilíbrio químico através de ilustrações livres.

Dos estudantes que responderam ao questionário 54,6%, representaram a reação química colocando reagentes e produtos em recipientes separados, Figura 5a, 18,7% representaram com desenhos animados, Figura 5b, e somente 6,7% representaram a reação em um único recipiente, porém 20% dos estudantes não responderam nada.



(a)



(b)

FIGURA 05 –(a)Representação de um aluno ao responder a questão 3b no questionário de Uehara.(b)Representação de alguns alunos ao responderem a questão 3bno questionário de Uehara.

No trabalho de Silva(2008) o item b da questão 1, Figura 1, requisitava dos estudantes também uma representação, porém, tratava com o termo representação atômico-molecular, ou seja, isso pode ter evitado a aparição de representações animadas, como ocorreu nos questionário aplicados por Uehara (2005), que usava o termo desenho. Cerca de 54,41% dos estudantes que responderam ao questionário representou de maneira adequada o estado atômico-molecular, concebendo desta forma os reagentes e produtos coexistindo em um mesmo recipiente, já 45,53% dos estudantes, fizeram uso de representações inadequadas, Figura 6,e 4,06% não realizaram nenhuma representação.

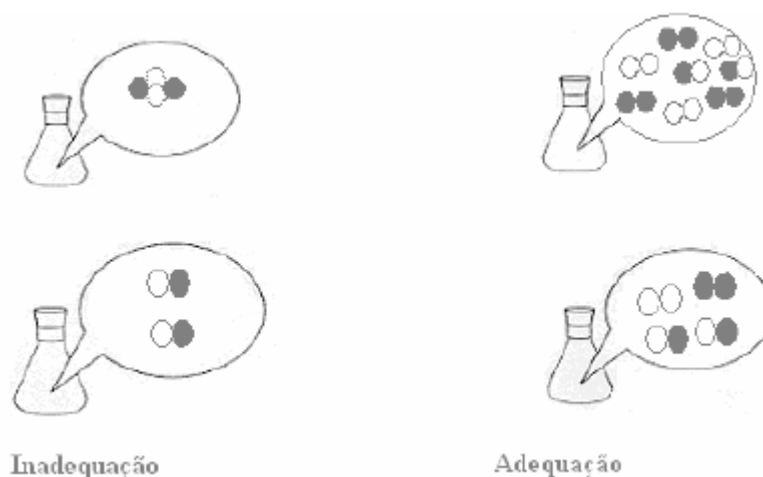


FIGURA06 - Representação de aluno ao responder a questão 3bno questionário de Silva (2008).

Ao analisar os dados apresentados, dos dois autores, é relevante notar que nos questionários respondidos pelos estudantes aplicados por Uehara (2005), grande parte dos alunos (54,41%), representou de maneira correta, enquanto os estudantes que responderam ao questionário de Silva(2008) apenas uma parcela de 6,7% o fizeram. Levando em consideração que nos interessa, nessa pesquisa, a identificação dos erros cometidos mais frequentes pelos estudantes ao aprenderem equilíbrio químico, não analisaremos essa disparidade de valores de acertos, mas sim, discutir o erro em comum e que se expressaram matematicamente próximos, onde a forma inadequada apareceu 54,6% e 45,53% de outro. Ou seja, como ilustrado nas figuras anteriores, percebeu-se que o mais evidente dos erros cometidos pelos estudantes, foi a compartimentação dos reagentes e produtos existindo em recipientes separados ou cada substância existindo em recipientes separados. Esse mesmo erro é apontado por Uehara (2005) além de Johnstone (1997) e Gorodetsky (1987) apud Machado e Aragão (1996).

Nas representações realizadas pelos estudantes, é visto como além da compartimentação do equilíbrio, exibida, percebe-se e evidencia-se que alguns destes estudantes apresentam problemas na representação a nível microscópico do equilíbrio, mais especificamente a nível atômico-molecular, pois, esta visão compartimentada e seus desenhos, com representações de moléculas, fazem perceber como o estudante não possui a imagem das moléculas, átomos ou íons em um mesmo ambiente e interagindo dinamicamente.

Silva(2008), a partir deste erro, aponta que a representação inadequada, Figura 6, sinaliza que a representação apenas do produto no recipiente indica uma visão dos alunos de que o equilíbrio é estático, ou seja, não ocorre mais reação e que os reagentes foram totalmente consumidos. O autor, ainda aponta que a ideia de compartimentação das substâncias pode ser já oriunda do uso da seta utilizada na equação, e que de forma errônea os

estudantes podem ter a ideia de que é possível somente alterar a concentração dos produtos ou só dos reagentes, ou que as colisões ocorrem exclusivamente apenas entre reagentes ou produtos.

A respeito das representações animistas, realizadas por alguns alunos, nas respostas ao questionário realizado por Uehara (2005), mostrado um exemplo na Figura 5b, o autor faz alguns apontamentos sobre possíveis erros conceituais, que o aluno pode estar interpretando e relacionando a representação animada ao real movimento das moléculas e suas colisões para a formação deste produto. Esse apontamento, também, leva-nos a atentar outras representações animistas produzidas por alunos, levando em consideração que a maneira que ele representa ele passa a acreditar que ocorra daquela maneira, ou seja, as mãos dadas ilustrando uma ligação química interatômica, por exemplo, e que as representações animistas criadas e trazidas por professores e livros-textos possam causar esse entendimento pelos alunos. Porém, é válido salientar que, tal erro não é específico para o conteúdo equilíbrio químico, ele pode aparecer em qualquer conteúdo de química ou em outra disciplina.

No item *b* da quarta questão, Figura 3, Uehara (2005), aborda sobre a interpretação no qual estudante fez ao relacionar a função da constante no estudo do equilíbrio químico. Um pequena parcela dos estudantes, 6,6%, relacionaram a constante de equilíbrio (K_c) como sendo a razão entre a concentração molar dos produtos em relação aos reagentes.

Como na Figura 7, podemos perceber que essa pequena parcela de alunos pode até compreender que a constante seja uma razão entre os produtos em relação aos reagentes, porém, apresentam confusão entre representar a constante em relação às concentrações molares e as pressões parciais.

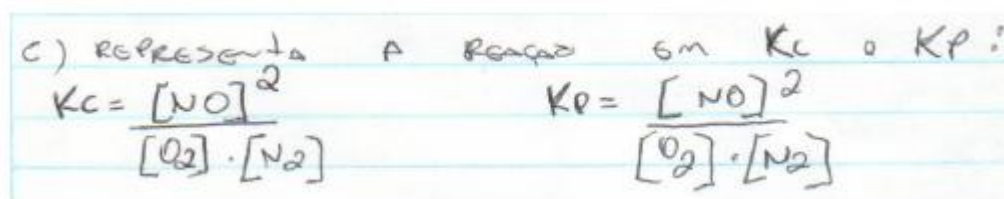


FIGURA07 - Representação de um alunos ao responder a questão 3bno questionário de Uehara (2005).

Do restante, 37,4% disseram que a constante nada mais é que um valor numérico, no qual representa o equilíbrio de uma reação ou está relacionado à velocidade da reação, e 56% não souberam explicar o significado da constante. A partir desses dados, pode-se concluir que a maior parte dos estudantes não conseguiu, de fato, entender o significado da constante

de equilíbrio e a pequena parte que conseguiu compreender e ainda apresentou erros em representar as concentrações molares e as pressões parciais na constante.

Ainda sobre a constante de equilíbrio, Uehara (2005) aborda no item *a* da quarta questão, Figura 3, sobre como os alunos expressavam matematicamente a constante de equilíbrio. Porém, diferente da questão, item *b*, em que ele perguntava aos alunos a função da constante, nesse item é requisitado que o aluno calcule-a a partir de valores fornecidos. Constatou-se que 52,6% dos estudantes não calcularam corretamente o valor da constante, 40,7% não responderam a questão e somente 6,7% conseguiram responder corretamente. Uehara (2005) aponta que os estudantes confundiram mol com mol/L e que esses dados levam a crer que esta dificuldade está inerente aos conceitos de concentração e estequiometria.

De fato, ao observar que somente 6,7% dos estudantes entrevistados por Uehara (2005) conseguiram calcular a constante de equilíbrio, pode-se atribuir tal problema ao fato dos alunos apresentarem dificuldades com a matemática envolvida nos problemas, mas levando em consideração que os alunos confundem mol com mol/L e que já evidenciado na mesma questão pela autora que os alunos apresentam confusões na representação da constante, isso significa que o erro está realmente ligado a problemas conceituais com estequiometria e concentração, como também, os alunos confundirem e/ou cometerem erros ao escrever a expressão da constante de equilíbrio.

- 2) A reação química do problema 1 é exotérmica e seu K_c , a 25°C , é 794. Considerando que o hidrogênio é um gás incolor, o iodo é um gás violáceo e o produto da reação entre eles é um gás incolor:
- a) Que cor será observada no recipiente quando o estado de equilíbrio for atingido?
 - b.1) O que se pode prever sobre a cor e o comportamento das moléculas se o recipiente da mistura em equilíbrio for colocado em um lugar mais quente?
 - b.2) Por quê?

FIGURA 08 - Segunda questão do questionário de Silva (2008).

Silva (2008) em uma de suas questões também aborda sobre as concepções nos quais os estudantes apresentam sobre o uso da constante de equilíbrio. Na questão 2a de seu respectivo questionário, Figura 8, o item questiona a respeito da cor observada quando o estado de equilíbrio é atingido da reação da questão anterior de seu questionário, Figura 1, porém no enunciado da questão 2 são fornecidos dados, nos quais um deles é a constante de equilíbrio. A partir da constante de equilíbrio fornecida, sendo $K_c=794$, os estudantes deveriam relacioná-la com a relação de reagentes e produtos presentes no momento do

equilíbrio. Dos estudantes, 51,22%, designaram que o equilíbrio estaria incolor, 32,52% apresentavam cor intermediária e 13% coloração violácea. Segundo Silva (2008), os 45,52% dos estudantes que indicaram alguma cor existente no sistema concebiam que nem todo o iodo molecular havia sido consumido. Porém, o autor não faz referência alguma sobre os alunos analisarem ou relacionarem o valor da constante ao responder a questão, dessa maneira, isto pode indicar que os alunos não levaram em consideração a importância da constante e/ou não entenderam o seu significado que representa a relação de reagentes e produtos presentes no sistema.

No item *b* da mesma questão, Figura 8, Silva (2008) requisita dos alunos uma explicação para o que ocorrerá com o sistema quando exposto a um ambiente quente. O autor deixa claro que a intenção dessa questão era inventariar as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes em relação ao equilíbrio químico em relação à temperatura. Porém ao agrupar as respostas dos alunos em categorias de explicações, duas grandes classes foram identificadas. A categoria 1, cerca de 26,83%, se referia as respostas dadas em relação a explicações envolvendo energia cinética, colisões, número de moléculas do produto ou agitação das moléculas. A categoria 2, 34,96% dos alunos, foram em relação as respostas que abordavam explicações inerentes ao deslocamento do equilíbrio químico seja para os reagentes ou aos produtos, sendo que somente 27,64% dos estudantes responderam adequadamente a perturbação causada pelo parâmetro ao sistema, onde o estado de equilíbrio ao encontrar-se em um ambiente quente se deslocaria no sentido de produção dos reagentes. E 20,32% agruparam em suas respostas as duas categorias, no qual Silva (2008) afirma que essas categorias integraram os conceitos mais adequados para a resolução do exercício e 8,13% dos estudantes responderam ao questionário com termos impróprios.

Ao observar-se a questão da Figura 8, Silva (2008) não exige do aluno um relacionamento direto entre o aspecto cinético e de estado de equilíbrio. Dessa maneira, era esperado que alguns alunos não o relacionassem, explicando apenas uma das categorias como foi verificado. Mas, o fato dos estudantes terem apresentado respostas apenas para um dos aspectos, no qual foi dividido em duas categorias, pode significar também que os alunos não conseguiram analisar o fenômeno em relação aos aspectos cinéticos quando analisam em relação ao estado de equilíbrio e, da mesma forma, o inverso. Ou seja, não relacionam os dois conceitos para explicar um mesmo fenômeno. Uehara (2005), em sua primeira questão, objetiva requisitar que o estudante explique como a elevação da temperatura pode alterar a velocidade da reação, buscando assim, conhecer como os alunos relacionam os conhecimentos cinéticos e o de equilíbrio químico. Das respostas encontradas, 49,3% foram

apenas relacionadas ao deslocamento do equilíbrio químico sem considerar os efeitos cinéticos da velocidade. Dessas respostas, a mais frequente evidenciada por Uehara (2005), foram as relacionadas com a temperatura, devido a variação de entalpia ter sido fornecida na reação, mas os alunos apresentaram grande dificuldade por relacionarem mais de um conceito, e Uehara (2005) justifica isso como sendo um dos principais fatores para o alto percentual de respostas incorretas. Dos estudantes, 30,0% não responderam e 20,7% responderam relacionando os conceitos de cinética e equilíbrio químico.

Uehara (2005) e Silva (2008), em seus questionários, evidenciaram dificuldades dos estudantes ao relacionar dois conhecimentos químicos para um mesmo fenômeno. Uehara (2005) afirma que essa confusão demonstrada pelos alunos na incapacidade de relacionar dois conceitos para um mesmo fenômeno seria a causa dos erros apresentados por eles para um dado conceito, neste caso, para as respostas dadas em relação ao equilíbrio químico. Porém, não apresenta quais erros os alunos demonstraram. Silva (2008), afirma que 34,96% dos estudantes responderam em relação ao equilíbrio químico, onde 27,64% responderam corretamente e os 7,32% afirmaram que o equilíbrio se desloca para o sentido dos produtos. Silva (2008) justifica que os erros apresentados ao tentar explicar os fenômenos relacionados ao equilíbrio estão diretamente relacionados à dificuldade dos alunos usarem uma linguagem específica adequada. O texto a baixo, Figura 9, é uma resposta apresentada por um aluno:

As moléculas ficarão com maior energia cinética e sendo exotérmica a reação, quanto mais calor ela recebe, mais calor ela vai liberar, tornando-a mais eficaz e, portanto com maior tendência ao incolor, que é o produto final da reação.

FIGURA09 -Resposta de um estudante a questão 2 de Silva (2008).

De forma clara, existem problemas no uso da linguagem científica adequada pelo aluno e o erro apresentado em resposta ao deslocamento no sentido dos produtos da reação, segundo Uehara (2005), seria o problema do relacionamento de outro conceito, no caso cinético química, com o conteúdo de equilíbrio químico, e este não entendimento dos conceitos cinéticos, onde segundo Silva (2008), seria por não saber usar uma linguagem científica adequada, supõe-se ser a causada resposta errada em relação ao deslocamento. Como é visto na resposta do aluno, são usados muitos termos confusos ao tentar explicar os conceitos cinéticos necessários para o entendimento dos conceitos de equilíbrio químico. Em

outra questão em que Uehara (2005) requisita o cálculo da constante de equilíbrio, no qual já foi aqui discutido, o aluno apresenta erros ao encontrar o valor da constante por erros nos cálculos, como também erros ao confundir mol com mol/L e, isso está ligado a outros conceitos como estequiometria e concentração, como também a conceitos matemáticos.

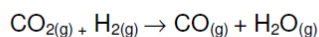
Na questão 4e, Figura 3, Uehara (2005) promove nessa questão o relacionamento por parte dos alunos, de forma direta, como esses entendem a mudança na constante de equilíbrio com a variação da temperatura do sistema. Cerca de 40% dos alunos não responderam, enquanto 64% dos alunos relacionaram o deslocamento do equilíbrio, endotérmico e exotérmico, à entalpia apresentada na equação de maneira que a constante sofre alteração quando o equilíbrio altera-se no sentido de absorver ou liberar energia. A partir desses dados fica evidente que boa parte dos alunos não soube relacionar a temperatura com a alteração no sistema, e como visto, alguns alunos conseguiram responder certos e outros errados em relação ao sentido, porém conseguiram relacionar que a alteração devido à temperatura no sistema está ligada a absorção ou liberação de energia, favorecendo um sentido ou outro, e que isso altera a constante. Segundo a autora, o grande número de respostas em branco está ligado a pouca abordagem ou abordagem vaga do conceito pelos livros didáticos de Química do Ensino Médio e isso levaria o aluno a não saber qual a relação da temperatura com a alteração da constante do equilíbrio.

A autora usa nas questões 2,3 e 4 objetivas, e na subjetiva 2a uma abordagem sobre o conhecimento dos alunos a respeito dos princípios de Le Chatelier na alteração do equilíbrio químico. Constatou-se que 58,7% dos alunos aplicaram corretamente os princípios, 25% aplicaram incorretamente e 16,3% não responderam. Dos que acertaram somente 16,9% justificaram corretamente o motivo da alteração em relação à variação de temperatura, 24,8% justificaram corretamente a alteração do equilíbrio com a variação na concentração dos reagentes e produtos e 12,5% justificaram corretamente a alteração de acordo com a variação da pressão do sistema. Segundo Uehara (2005), os resultados indicam que o aluno possui uma facilidade em aplicar os princípios, porém não apresentam capacidade em justificar os motivos por que ocorrem, ou seja, não interpretam os conceitos utilizados. Isso pode estar ligado à abordagem trazida pelos livros didáticos para uma aprendizagem memorística no qual os estudantes não atentam em tomar conhecimento de como ocorre o processo relacionando o parâmetro e o comportamento cinético molecular e/ou iônico na reação. Ou seja, um estudante consegue identificar que o equilíbrio será alterado com a variação do parâmetro pressão, formando mais do produto e assim aumentando o rendimento da reação desejada, porém não

consegue entender quais princípios e conceitos estão envolvidos que justificam aquele comportamento.

Silva (2008) em sua questão 3a, Figura 10, requisita a identificação e representação gráfica das espécies envolvidas na reação, dessa maneira, o autor fornece um sistema no qual existe 1 mol/L de reagentes e nada de produtos. A autora espera que os alunos tenham o entendimento de que o estado de equilíbrio é atingido quando se têm as concentrações de reagentes e produtos constantes ao longo do tempo. Assim, ao representar o gráfico, cerca de 70% dos estudantes apresentam de forma adequada o gráfico e 17,07% não conseguiram identificar as espécies reativas no gráfico.

3) Foram colocados em um recipiente de 1 litro, 1 mol de $\text{CO}_{2(g)}$ e 1 mol de $\text{H}_2(g)$, que reagem segundo a equação:

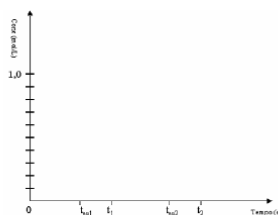


Após atingir o equilíbrio, verificou-se que a concentração do $\text{CO}_{2(g)}$ baixou para 0,6 mol/L e a do $\text{CO}(g)$ atingiu 0,4 mol/L.

a) Represente, no gráfico abaixo, a variação da concentração do $\text{CO}_{2(g)}$ e do $\text{CO}(g)$ em função do tempo de reação, desde $t = 0$ até um instante t_1 após o tempo (t_{eq1}) em que o sistema atinge o equilíbrio.

FIGURA 10 -Terceira questão do questionário de Uehara (2005).

No segundo item da questão 3, Figura 11, a autora solicitava que no mesmo gráfico fosse representado pelo estudante o estado de equilíbrio após a inserção de 0,5 mol/L de um dos reagentes, o gás carbônico. Porém o resultado esperado não foi o mesmo encontrado na primeira parte do gráfico, houve uma grande dificuldade dos estudantes expressarem o gráfico. Segundo Silva (2008), os estudantes conseguiram um alto índice de representação adequada do primeiro gráfico em virtude de ser um gráfico bastante abordado em livros didáticos no tema equilíbrio químico. Quando houve um fator perturbador no sistema em equilíbrio, o acréscimo de reagente, por exemplo, percebe-se o não entendimento do conceito. Com isso, é possível evidenciar não somente a dificuldade em expressar gráficos por parte dos estudantes, mas também a não compreensão dos conceitos abordados por Le Chatelier, no qual quando há uma perturbação da concentração há uma alteração no equilíbrio havendo uma maior formação dos reagentes ou dos produtos.



- b) Ao mesmo sistema em equilíbrio, no tempo t_1 , adiciona-se mais 0,5 mol de $\text{CO}_2(\text{g})$. Represente qualitativamente, no mesmo gráfico acima, o que ocorrerá com as concentrações das espécies químicas, até um instante t_2 após o tempo ($t_{\text{eq}2}$) em que o sistema atinge um novo estado de equilíbrio.

FIGURA 11 -Item b da terceira questão do questionário de Silva (2008).

Ainda na questão subjetiva 1a, Figura 2, Uehara (2005) procurava conhecer qual o entendimento dos estudantes a respeito do uso do catalisador em uma reação em equilíbrio, desses apenas 10% indicaram que as velocidades direta e inversa na reação ocorrem aumentando de forma simultânea e 13% afirmaram que sua função é manter o equilíbrio da reação no sistema. Das respostas nulas somaram-se 20% e 57% responderam que a função do catalisador era acelerar a reação. Como foi apontada pelos dados, boa parte dos estudantes indicaram que a função do catalisador estava relacionada com o aumento da velocidade na reação, porém, somente os 10% citados é que relacionam o aumento da velocidade com o catalisador de forma simultânea dos sentidos da reação, demonstrando o entendimento da função do catalisador como também o conceito de reversibilidade da reação. Porém os 57% dos alunos que relacionaram com o aumento da velocidade, segundo o autor, não colocaram o conceito de reversibilidade não relacionando o aumento da velocidade nos dois sentidos. Dessa forma, pode-se concluir que uma pequena parcela dos estudantes conseguiu relacionar de forma correta o uso do catalisador na reação, enquanto os outros com respostas nulas ou com respostas insuficientes ainda não compreendem como funciona o catalisador num equilíbrio químico.

Após estudo e análise dos trabalhos realizados por Uehara (2005) e Silva (2008) realizou-se uma lista contendo as concepções alternativas apontadas claramente pelos autores e outras interpretadas a partir de suas informações fornecidas pelas evidências encontradas por estes nos questionários aplicados aos estudantes. As concepções alternativas encontradas foram:

- Não compreensão do dinamismo existente as reações direta e inversa no equilíbrio químico;
- Apenas a velocidade de reação direta e inversa quando se tornam iguais indicam um estado de equilíbrio;

- c. Interpretam que a seta dupla apenas indica para onde a reação irá se alterar caso haja influência de algum parâmetro;
- d. Não sabem o significado da representação da seta dupla;
- e. Os alunos não compreendem que uma reação de equilíbrio químico ocorra em um mesmo recipiente contendo reagentes e produtos;
- f. Interpretam a nível microscópico, reagente e produtos não interagindo dinamicamente.
- g. Dizem que a constante nada mais é que um valor numérico no qual representa o equilíbrio de uma reação, outros que está relacionado à velocidade da reação ou não souberam explicar o significado da constante.
- h. Acreditam que a reação ocorre com total consumo dos reagentes;
- i. A representação da constante é a mesma tanto para concentração molar com para as pressões parciais;
- j. Confusão entre mol e mol/L ao calcularem a constante de equilíbrio;
- k. Os alunos conseguem usar os princípios de Le Chatelier, porém não conseguem justificar porque esses fenômenos ocorrem.
- l. O uso do catalisador em uma reação apenas faz com que aumente a velocidade da reação no sentido direto, não compreendem que a reação ocorre com aumento da velocidade no sentido direto e indireto simultaneamente.

Dessa maneira, como já haja vista, as concepções alternativas são ideias apresentadas pelos estudantes que são provenientes de suas experiências, porém essas ideias podem ou não leva-lo ao erro conceitual. Assim, são apontados os erros conceituais identificados após análise dos trabalhos realizados por Uehara (2005) e Silva (2008):

- i. Erros na representação da seta nas equações referentes a reações de equilíbrio químico, representando muitas vezes com seta simples a reação em equilíbrio ou representando a seta dupla como indicativo apenas para onde a reação irá ser alterada por influência de algum parâmetro;
- ii. O equilíbrio químico é somente quando as reações direta e inversa apresentam velocidades iguais, porém não leva em consideração que a concentração é um fator relevante no alcançado equilíbrio;
- iii. Representação atômico-molecular compartimentada, ou seja, os reagentes e os produtos existem em recipientes separados, ousamente os reagentes ou somente os produtos existem em apenas um compartimento, ou simplesmente cada substância na reação se apresenta em um recipiente exclusivo;

- iv. Representam a nível microscópico os átomos, moléculas ou íons em recipientes distintos, não identificando o dinamismo existente entre as partículas.
- v. Representações animistas de conceitos
- vi. A representação da constante de equilíbrio de pressões parciais da mesma forma com a das concentrações molares;
- vii. Os estudantes realizam expressão errônea da constante de equilíbrio.
- viii. Usam mol e vez de mol/L ao calcularem a constante de equilíbrio;
- ix. O catalisador aumenta a velocidade apenas no sentido direto²;
- x. Justificam erroneamente alterações no equilíbrio usando os conceitos de Le Chatelier, como apontar os sentidos errados de deslocamento da reação, seja endotérmica ou exotérmica, com a variação da temperatura do sistema;

A partir deste levantamento das principais concepções alternativas evidenciadas por esses autores e aos erros conceituais gerados por estudantes deste tema, compara-se com os erros conceituais apontados por Quilez e Sanjosé (1995) e percebe-se que não há grandes disparidades em seus apontamentos a respeito dos erros conceituais apresentados pelos estudantes. Isso de antemão, permite perceber uma pertinência nos erros cometidos pelos estudantes ao longo dos estudos. Porém, de maneira sucinta, foram relacionados por Quilez e Sanjosé (1995), os principais erros cometidos no conteúdo de equilíbrio químico pelos estudantes e, com estes, fez-se uma relação mais holística junto aos erros conceituais fornecidos por Uehara (2005) e Silva (2008) a respeito dos erros conceituais cometidos pelos estudantes. São eles:

- a. Incorreta representação da dupla seta nas reações químicas;
- b. Incorreta compreensão na identificação do alcance do equilíbrio de uma reação;
- c. Erros relacionados à interpretação do dinamismo nas reações de equilíbrio químico;
- d. A compartimentação de reagentes e produtos no equilíbrio;
- e. Confusão devido à estequiometria das reações químicas não quantitativas;
- f. Confusão entre massa e concentração em equilíbrios heterogêneos;
- g. Dificuldades com as constantes de equilíbrio

- h. Erros na interpretação da função do catalisador no equilíbrio químico³;

² Ambas as reações, direta e inversa, são aceleradas no caminho catalisado [...]

- i. Erros na aplicação indiscriminada dos princípios de Le Chatelier.
- j. Representações animistas de conceitos

Com isso, utilizaram-se esses erros como referência na avaliação das analogias encontradas nos livros didáticos do Ensino médio, para que a análise fosse capaz de indicar quais analogias utilizadas para ensinar Equilíbrio Químico, neste nível acadêmico, são potenciais na contribuição para a facilitação da aprendizagem de um conceito alvo ou se levarão simplesmente ao erro conceitual dos estudantes, sendo possível assim analisar a eficácia desta ferramenta, que são as analogias, para o aprendizado dos conceitos sobre Equilíbrio Químico junto aos estudantes.

³ Apesar de a reação ocorrer mais rapidamente, um catalisador não tem efeito sobre a composição de equilíbrio[...] deixando a constante de equilíbrio inalterada.

CAPÍTULO 2 – AS ANALOGIAS

2.1. Modelos

A construção e natureza do conhecimento científico é uma questão pertinente para a educação, a começar pela ideia de muitos alunos e professores no ensino de Ciências que encaram a Ciência como conhecimento representado por uma “verdade inquestionável”. Existe uma ampla discussão a respeito de como é concebido o conhecimento científico, esse pode ser encarado com uma tentativa de representação do mundo natural, uma explicação dos seus fenômenos pairado na observação e empirismo por aqueles que o regem, dessa forma passível de falha e vigência perecível.

Essas explicações distanciar-se-iam de verdades absolutas, mas seriam uma representação do mundo real. Tais representações são discutidas no meio científico e educacional como modelos científicos. (LIMA; NÚÑEZ, 2004)

O uso de modelos não está limitados somente ao ensino de ciências, mas a situações diversas, inclusive em outras áreas, em muitos casos uma maneira de interagir com situações cotidianas. É necessária uma reflexão a respeito dos modelos na construção do conhecimento científico, afinal os modelos são usados na ciência desde a época em que se questionava sobre a formação da matéria sua representação e interpretação de como seria concebida. Muitos modelos atômicos foram usados por cientistas, um deles foi Dalton, mas no decorrer da teoria atômica vários modelos representaram o que seria um átomo, alguns novos modelos eram criados e melhor tratavam de um conceito substituindo o anterior por apresentar uma melhor abordagem, porém, não o inutilizando.

Com a finalidade e objetivo de entender e explicar sobre fenômenos abstratos no mundo natural surge na ciência essa constante utilização dos modelos como ferramenta científica, no qual representam uma forma de como o conhecimento científico é concebido e são, no entanto, transformados em ferramentas importantes para transpor as ideias e suposições do cientista para o mundo. Segundo Monteiro e Justi (2000), modelos são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência. O uso de modelos nas ciências é fundamental para seu desenvolvimento, é a partir dos modelos que cientistas conseguem tornar um processo mental, no qual não se pode ter acesso, em uma ideia, uma fórmula, um objeto, uma ferramenta, sistema ou ideia. Muitas questões acerca do mundo são feitas e são respondidas através de modelos que também auxiliam na descrição, interpretação e explicação dos fenômenos. É importante falar

a respeito da importância dos modelos na elaboração e no teste de hipóteses. Isso leva a crer no grande papel que os modelos representam para a comunicação das ideias e é importante que diante da grande participação existente na ciência e na sua capacidade de entendimento, permitisse buscar uma consideração e determinar o que seriam modelos.

Os modelos representam uma imagem particularizada de um aspecto da realidade e por definição seriam incompletos, em relação ao sistema que pretende representar (referente ou sistema objeto) que normalmente é um sistema complexo. (CASTRO, 1992)

Os modelos são um processo representacional que faz uso de imagens, analogias e metáforas, para auxiliar o sujeito (aluno ou cientista) visualizar e compreender o referente, que pode ser apresentado como de difícil compreensão, complexo e abstrato, e/ou em alguma escala perceptivelmente inacessível. (POZO; CRESPO, 1998)

Os modelos são considerados ferramentas de representação teórica do mundo, auxiliando a sua explicação, predição e transformação. (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001).

A partir destas definições é possível considerar que os modelos são uma representação teórica da realidade a fim de expressar as ideias e conceitos que regem um fenômeno natural e complexo para que seja possível compreender e interpretá-lo.

Para Justi e Gilbert (2000 apud LIMA; NÚÑEZ, 2004, p 247.), um modelo deve ser entendido como uma representação - de um objeto, processo, evento, sistema ou ideia - que se origina de uma atividade mental. O modelo existe inicialmente como um modelo mental, quem cria esse modelo é o sujeito ao qual tem contato com determinada situação ou fenômeno e tenta interpretá-lo, porém uma atividade mental não pode ser acessada diretamente, dessa maneira, pode ser expresso na forma de escrita, fala, ações ou símbolos, transformando-se em um modelo expresso. O modelo expresso é importante no sentido de promover uma forma de acessar as ideias regidas por um modelo mental já existido por quem concebe essas ideias e conceitos a respeito de um determinado sistema ao qual se pretende interpretar ou compreender, e o modelo expresso é que auxilia os outros sujeitos a terem e alcançarem o mesmo modelo mental. Quando o modelo expresso é aceito por uma comunidade de maneira consensual, ele é chamado de modelo consensual. O modelo consensual é válido por tempo indeterminado, até que surja um novo modelo mental que seja expresso e se transforme em um modelo consensual, por explicar, interpretar ou/e promover uma maior compreensão do objeto de estudo em questão.

Modelos mentais, expressos e consensuais são ferramentas importantes no ensino e na aprendizagem de ciências, segundo Monteiro e Justi (2000). Ao tentar entender os

conceitos científicos ou solucionar algum problema, os alunos criam modelos mentais que podem estar de acordo ou divergirem dos conceitos científicos trabalhados. Isso é uma característica de todo sujeito ao tentar interpretar um sistema ou um fenômeno no qual desconhece ou não possui familiaridade, sempre estamos criando modelos de como funcionam as coisas e os fenômenos a nossa volta, e não diferente os estudantes quando em contato com um conhecimento científico criam modelos que não estão de acordo com os conceitos que regem esses fenômenos. Dessa maneira é preciso que o professor permita que os alunos expressem esses processos mentais para que tomem conhecimentos de seus modelos construídos, e a partir daí discutirem as ideias expressas nesses modelos. Não basta apenas que o professor discuta a respeito das limitações existentes na forma de expressar tais modelos, mas também as ideias expressas nos mesmos.

Com o propósito de auxiliar os modelos consensuais, devido a sua grande natureza abstrata, foi proposto o desenvolvimento dos modelos de ensino, já que os modelos consensuais acabam produzindo dificuldades no ensino e na aprendizagem dos conceitos científicos.

Para Justi(1997), um modelo de ensino é um objeto ou situação que é trazido para o contexto de ensino a fim de ajudar os alunos a “visualizarem” o objeto ou a situação pretendida em suas mentes. Monteiro e Justi (2000) afirma que um modelo de ensino pode, ou não, existir em uma forma concreta.

Um modelo de ensino possui como principal propósito fornecer suporte aos alunos para que possam elaborar modelos mentais de acordo com os consensuais. Esses modelos de ensino possuem um caráter mais didático visando uma compressão de forma simplificada ao que realmente é expresso o modelo. Dessa maneira, um bom modelo de ensino precisa levar em conta os conceitos prévios dos alunos e propicia-los a construir modelos mentais baseados nos principais aspectos do modelo consensual. Como afirma Monteiro e Justi (2000), dentre os modelos de ensino utilizados por professores e autores de livros-texto de Química, destacam-se as analogias.

2.2. Definindo Analogias

Na literatura, uma analogia é definida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes (DUIT, 1991). Afinal, pode-se dizer que o uso de analogias já está inserido nos processos cognitivos para compreender algo desconhecido (conceito alvo) relacionando a algo que já se conhece (conceito análogo), isso ocorre quando é dada uma proposta analógica ou mesmo quando isso não ocorre o próprio

indivíduo procurar encontrar alguma relação próxima familiar ao conceito desconhecido apresentado.

Entretanto, para que uma analogia seja um modelo de ensino útil, ela deve possuir um conteúdo que é familiar aos alunos e outro que é desconhecido por eles (REIGELUTH, 1983). Ou seja, uma analogia somente será útil quando o estudante tiver uma grande familiaridade e entendimento do análogo para que ele possa em um primeiro momento tentar buscar relação com o alvo. O indivíduo precisa estar familiarizado com o conceito analógico que lhe é apresentado.

Harrison e Treagust (1993) definem a analogia como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido. Dessa maneira, podemos já esboçar que as analogias são comparações feitas por indivíduos com objetivo de compreensão a algo que é proposto, essas comparações são realizadas no cotidiano de qualquer pessoa para compreender ou assimilar algo novo.

De acordo com Mol (1999, p.58): “Comparação é o ato de confrontar dois conceitos com o objetivo de elucidar um conceito em estudo através de características semelhantes a outro conceito”. Como já foi dito, essa comparação é realizada para melhor compreender um conceito em estudo (alvo), através de características semelhantes com um conceito familiar (análogo).

Mol ainda diz (1999,p.67) “analogias são comparações explícitas feitas entre conceitos através da descrição de suas similaridades” diferente das metáforas. Francisco (2009) dizia: “analogia é uma forma de raciocínio, a partir do qual se pode conhecer um fenômeno desconhecido mediante o estabelecimento de correspondências com o fenômeno já conhecido”.

Diante do que já foi posto pelos autores, a respeito do que vem a ser uma analogia, fica evidente o direcionamento de seu significado para uma comparação entre conceitos distintos na tentativa de elucidação do conceito menos dominado. Uma ferramenta cognitiva bastante recorrente para assimilação de novas informações por indivíduos que tentam relacionar sempre a algo mais próximo, com potencialidade de esclarecimento, do novo conhecimento.

“Não concederá à analogia mais do que papel heurístico, será eliminada a partir do momento em que se tenha exaurido o seu papel, só permanecendo os resultados das experiências que ela pode sugerir: o seu papel será de andaimes de uma casa em construção, que são retirados quando o edifício está terminado”.(PARELMAM, 1987 apud ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000)

Pareman faz uma comparação para explicar o que seriam as analogias a partir do momento em que se refere que o papel das analogias seria como a dos andaimes em construções, no qual são utilizados para erguer e direcionar, por exemplo, a construção de uma casa, porém são retirados quando o prédio está erguido, ou seja, não é mais necessário depois de realizado o construído. Pareman usa das analogias para explicar o que são as analogias.

Têm-se até então, um levantamento de diversos autores sobre uma abordagem a respeito da definição do uso das analogias na Ciência e no Ensino. Porém, fez-se um estudo mais abordado a respeito do que são analogias.

“[...] tem dois significados fundamentais: 1º o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivalente a proporção) de igualdade de relações; 2- o sentido de extensão provável do conhecimento mediante o uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas. [...] (ABBAGNANO, 1998 apud LIMA; 2010, p 71)

Abbagnano usa o termo proporção pra designar o uso de analogias, mas em outro momento usa o termo semelhança. O uso dos termos que são designados para defini-las são deveras importante tendo em vista que é necessário compreender o que realmente é similar, proporcional, semelhante e dentre outros termos que venham a relacionar as analogias, para que com isso obtenha-se o real significado e associação ao usar ou compreender uma analogia.

Santo Agostinho (354-430 apud LIMA, 2010, p 71), “[...] ao nome grego analogia chamaram os nossos proporção”. Dessa maneira Severino Boécio (470-525) assevera: “A proporção é certa relação e quase continência de dois termos entre si, e a composição que se faz das proporções é proporcionalidade.” Com isso:

[...] a proporcionalidade não é outra coisa senão a igualdade de relação: entre “este” e “este outro”, e entre “aquele” e “aquele outro” se acha a mesma igualdade de relação ou proporção. E a proporção não é senão a aptidão de uma quantidade em relação a outra.(AQUINATE apud LIMA,2010)

Aquinate ressalva o uso da proporcionalidade em termos matemáticos e numéricos, onde uma é preciso ter a mesma quantidade de suas partes, ou tamanhos ou dimensões equiparáveis. Porém no uso da proporcionalidade que se faz a proporção, as analogias usariam de tal.

Lima (2010) aponta que o uso rotineiro do termo analogia é, em sua maioria, usado com o intuito de relacionar semelhanças, porém aponta em dizer que isso implica para que não se valha da univocidade ou reduzir a identidade, pois o que também é intrínseco a analogia é dessemelhança entre os termos relacionados, ou seja, além de apresentarem

semelhanças entre os termos envolvidos é preciso também que haja diferenças entre eles, pois como o autor afirma: “as realidades análogas se discrepam em algo e em algo se assemelham”.

Duarte (2005) também faz considerações a respeito da atribuição de proporção as analogias, onde segundo Haarapanta (1992) as analogias possuíam este conceito matemático. Porém, segundo Perelman (1993 apudDUARTE 2005) essa atribuição com visão tecnicista desvia-se na medida em que não existe uma correspondência de identidade das duas relações, mas sim uma similitude de correlações.

A analogia não pressupõe, portanto, a existência de uma igualdade simétrica, mas antes uma relação que é assimilada a outra relação, com a finalidade de esclarecer, estruturar e avaliar o desconhecido a partir do que se conhece. (DUARTE, 2005. p. 8)

Tendo em vista o termo similar e semelhante bastante taxativo ao indicar analogias, toma-se a sua atenção para compreender sua designação a esta ferramenta de Ensino. Segundo Estagirita (apud LIMA, 2010, p.72), “[...] idênticas são as coisas cuja substância é uma só; semelhante são as coisas que têm a mesma qualidade, e iguais são as coisas cuja quantidade é igual [...]”. Essa explanação de Estagirita auxilia na exclusão da ideia relacionada à identidade ou de igualdade ligado à função do análogo em relação ao conceito alvo a ser atingido pelo indivíduo. Lima (2010) ainda diz: “Portanto, strito senso, a identidade é a unidade na substância; a igualdade, a unidade na quantidade; a semelhança, a unidade na qualidade.” Com isso faz-se Aquinate afirmar: “O idêntico é o uno em sua substância; o igual o uno na quantidade; o semelhante, o uno na qualidade”.

Fica bem claro que se determinar que algo seja idêntico, igual ou semelhante é caracteriza-lo e referencia-lo de forma distinta, não obstante as analogias, o termo que melhor lhe relaciona é a semelhança, pois como segundo Lima (2010), a qualidade é de certa maneira accidental e venha a designar qualquer tipo de forma, até na forma substancial. Agélico (apud Lima, 2010, p.73) diz: “se dizem coisas semelhantes às que convêm em alguma forma”.

Ainda Lima (2010), ao tecer o raciocínio do que são iguais a partir da ideia de que se chamam de iguais as coisas perfeitamente semelhantes, ou seja, de mesma forma específica, permite que não se confunda com o que simplesmente é semelhante, pois estas não apresentam a mesma forma específica, ainda que apresentem a mesma forma genérica, não serão chamadas de iguais, pois ainda existirão diferenças formais que romperá a homogeneidade. Com isso a ressalva para seu fundamento, ao fazer o uso do termo semelhante para designar a semelhança imperfeita.

[...] A analogia é uma semelhança em sentido estrito, quer dizer, uma semelhança imperfeita, que não chega à igualdade entre os analogados e, por isto, contém também dissimilaridades [...] A analogia propriamente falando é uma predicação [...] (LIMA,2010, p.73)

Em relação a diversos [sujeitos], a predicação de algo se pode fazer de diversos modos: algumas vezes segundo uma razão completamente a mesma, e então se diz que se predica univocamente, como “animal”, [se predica] do cavalo e do boi. Outras vezes segundo razões completamente diversas, e então se diz que se predica equivocadamente, como “cão” se diz da constelação e do animal [cão] [...] (TOMÁS DE AQUINO apudLIMA,2010, p.74)

Dessa maneira, Lima (2010) define a analogia como sendo algo que convém com univocidade na unidade e na semelhança de suas significações e atribuições relacionadas a esse predicado, porém difere dela em que não se trata de uma semelhança perfeita (igualdade), mas sim de uma semelhança imperfeita (com dessemelhanças).

Para Duarte (2005), analogia é basicamente uma comparação entre as similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimentos diferentes, um conhecido e outro desconhecido.

Assim, poder-se-á dizer que a analogia é um recurso cognitivo-metodológico que permite uma realização de comparações de atributos baseada nas similaridades entre as estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido pelo agente, buscando dessa maneira alcançar a compreensão do conhecimento incógnito apresentado.

2.3. Variabilidades terminológicas

O crescente número de trabalhos e estudos na área de analogias pode ser encarado com um fator positivo para a evolução e entendimento deste tema, e isso é evidenciado pelo grande número de autores dedicando-se na compreensão e no entendimento que os contributos desta ferramenta cognitiva têm causado para o Ensino. A análise da literatura possibilita identificar a grande existência de uma grande variabilidade terminológica relacionada às analogias, sendo possível evidenciar que há uma disparidade nos termos designados pelos pesquisadores na área.

Duarte (2005) faz referência a muitos autores como: Collins e Burstein, 1989; Dagher, 1995; Dejong, 1989; Gentner, 1989; Johnson-Laird, 1989; Palmer, 1989; Rumelhart e Norman, 1981; Thagard, 1992; Vosniadou, 1989; Vosniadou e Ortony, 1989 apresentam um elevado consenso para atribuição do termo *alvo (target)* para o conhecimento/domínio desconhecido, ainda que termos como *objeto, problema, branco, meta, tópico, tema*, também apresentam referência para o mesmo significado. Já o termo referenciado ao conhecimento/domínio conhecido é menos consensual entre os pesquisadores na área aparecendo de mais maneiras como *foro* (PERELMAN, 1993), *base* ou *fonte*

(*source*)(GENTENER, 1989; GONZÁLEZ LABRA, 1997; OLIVA et al, 2001), *veículo* (*vehicle*)(CURTIS E REGELUTH, 1984; GONZÁLEZ LABRA, 1997; NAGEM et al, 2001), *análogo* (DUI, 1991; GLYNN, 1991; NEWTON, 2000; THIELE et al, 1995; TREAGUST et al, 1992) e *âncora* (OLIVA et al, 2001).

Porém Duarte (2005) aponta para esta variedade não significa uma divergência entre os autores sobre o que vem a ser atribuído por estes aos termos, e dessa maneira define-se:

- Quando se refere ao conceito/fenômeno que vai ser objeto de estudo, compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão por meio das analogias como: *alvo, meta, tópico, tema, ...*
- Quando o conceito/fenômeno for conhecido e através deste for possível realizar a compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão do alvo, atribuíra-se: *análogo, fonte, base, veículo, foro, ...*
- Para a rede conceitual relacionando os conceitos alvo e análogo atribuíra-se *domínio*.

2.4. O uso de analogias na Química

Quando se ensina disciplina como química é preciso que os professores encontrem formas de abordar e levar aos alunos conceitos abstratos que muitas vezes são difíceis de entender e possuir uma compreensão clara. Logo, o ato de ensinar química, dessa maneira, se tornar um desafio em que os professores precisam encontrar recursos que o auxiliem no ensino desses conceitos e uma das maneiras utilizadas, não só por professores, mas também por muitos livros didáticos, são as analogias.

O estudo sobre as concepções alternativas concebidas por estudantes do ensino médio exibe uma maior importância em sua identificação do que apenas o simples inventário por diversos autores. Silva, et al (2005 apud SILVA, 2008, p. 42) afirma em seus trabalhos que determinadas concepções a respeito de conceitos fundamentais sobre química conhecidos e aprendidos no ensino médio permanecem no ensino superior, mesmo depois de ingressarem na graduação esses estudantes passam por estudos básicos nesse novo nível acadêmico e essas concepções ainda permeiam. Isso foi percebido e abordado por Silva, S. (2008) que realizou um projeto de acompanhamento de implementação da reforma curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FRGS) aplicando questionário abertos com estudantes de graduação e futuros professores de Química, isso

permitiu que fosse visto que mesmo na Graduação, os estudantes ainda apresentavam os mesmos erros conceituais que os estudantes do Ensino Médio apresentam.

O estudo dessas concepções alternativas leva a compreender que o ensino tradicional tem pouco contribuído para a aquisição e compreensão dos conteúdos básicos para aprendizagem e domínio dos conceitos e conhecimentos de química, de acordo com Machado e Aragão(1996). O uso de analogias seria uma proposta acadêmica alternativa no auxílio a aprendizagem mais efetiva desses estudantes, já que a ineficácia ou inoperância de um método cause uma má contribuição para aprendizagem desses estudantes, o uso de métodos alternativos pode ser uma solução para maior contribuição na compreensão de conteúdos necessários para a aprendizagem de conceitos químicos. Com isso, um melhor entendimento dos conteúdos através de um método de aprendizagem alternativo ao ensino tradicional pode contribuir para que os estudantes deixem as concepções alternativas que os levam a erros conceituais de lado,e ocorra uma melhor compreensão dos conceitos apresentados para entendimento da disciplina e, assim cheguem à graduação possuindo um maior embasamento teórico mais efetivo.

O uso de uma proposta pedagógica alternativa ao modelo de ensino poderia também fornecer um meio de promover a aprendizagem de maneira distinta ao uso de problemas padrões e métodos algébricos, no qual os estudantes fazem uso de cálculos matemáticos para chegarem a valores numéricos, porém nenhuma garantia de compreensão conceitual, ou seja, mesmo depois de várias resoluções de problemas aritméticos e exercícios repetitivos esses estudantes apresentam grande dificuldade na compreensão conceitual e na sua aplicação a respeito de fenômenos naturais segundo Barker (2000 apud SILVA, 2008, p. 43). Dessa maneira, é percebido como o uso de uma ferramenta que cause uma compreensão mais significativa em relação aos conceitos químicos abordados é necessária, uma alternativa poderia ser o estudo das analogias no Ensino de Química.

O uso de analogias está relacionado a diversas competências cognitivas tais como percepção, imaginação, criatividade, memória, resolução de problemas além do desenvolvimento conceitual (FRANCISCO, 2009). Dessa maneira as analogias possuem um papel muito importante na aprendizagem dos alunos no ensino médio quando se trata do ensino de ciências, em especial o de química, pois as competências citadas por Francisco Junior poderiam auxiliar bastantes aos estudantes de química que necessitam compreender diversas abstrações relacionadas à disciplina e seus conteúdos.

As analogias, como uma estratégia ou recurso de linguagem, são utilizados desde os primórdios da ciência, na tentativa de explicar suas teses e hipóteses, até os dias de hoje, como uma ferramenta didática com o intuito de facilitar o processo de aprendizagem. (SILVA;LIMA; SOUZA, 2010)

Analogias são ferramentas usadas para ensinar e explicar conceitos químicos desde séculos atrás, no qual a concepção e formação de modelos científicos atômicos viu-se o emprego de analogias para a compreensão das ideias pregadas na época por Dalton, e dessa maneira também por seus posteriores até a concepção do modelo atômico atual.

Uma vez detectados os erros conceituais dos estudantes surge a possibilidade de estabelecer aproximações didáticas alternativas. Desta forma, superando-se estas deficiências, pode-se alcançar uma aprendizagem significativa. (SILVA,2008)

Nesta citação fica evidenciado que não basta somente usar de uma ferramenta ou recurso didático alternativo, independente de qual se deve existir um conteúdo comum entre estes para que ocorra uma aprendizagem significativa, e com isso a ferramenta utilizada permita que os erros conceituais dos estudantes sejam superados.

O papel do professor em mediar a construção do conhecimento dos estudantes toma-se fundamental na formação de novas estratégias de ensino, e a maneira no qual as analogias permeiam este objetivo é o foco nesta pesquisa.

2.5 Usando analogias para ensinar

O uso das analogias é abordado por alunos, professores e autores. Dessa maneira o uso por cada um deles é de maneira diferente. O professor quando aplica uma analogia para explicar um determinado conteúdo, ele é capaz de identificar e avaliar até que ponto os alunos compreenderam e, dessa forma, reelaborar ou usar uma analogia mais adequada para explicar o conteúdo alvo. Assim se o professor usar uma analogia do livro ou o aluno apenas possui o livro como alternativa de conhecimento, as referências sobre a analogia abordada estão relacionadas diretamente ao autor. O autor não possui a mesma condição de um professor em sala de aula de identificar se a analogia está clara para os alunos e, dessa maneira, reestrutura-la para um melhor entendimento, sendo assim, os autores precisam, diante disso, anteciparem-se sobre as dificuldades que, por ventura, os alunos possam apresentar e já acrescentar os mecanismos necessários para superá-las.

A utilização deste recurso como ferramenta de Ensino é normalmente usada de maneira aleatória e sem planejamento pelos professores, e isso pode acarretar problemas e

gerar dificuldades para os alunos. O uso de uma metodologia é imprescindível para a utilização deste e qualquer recurso que objetive facilitar o ensino de conceitos.

Segundo DUARTE (2005), ao pesquisar o uso de analogias em livro texto, realizou um estudo a respeito do uso das analogias na prática dos professores e constatou que:

1. Muitos dos professores pouco utilizam as analogias ou quando o faz, utilizam de forma inadequada:
 - a) A seleção das analogias é de forma acrítica e por vezes aleatória;
 - b) As analogias são muito confusas e complexas, exigindo maior compreensão a que o alvo;
 - c) Raramente exploram as semelhanças mais relevantes entre o alvo e análogo;
 - d) As limitações das analogias não são discutidas;
 - e) Não recorrem a vários análogos para explicar o mesmo fenômeno.
2. Os professores pouco dão chances aos alunos de formularem suas próprias analogias;
3. Os professores confundem as analogias com exemplos;
4. Os professores não procuram analisar a eficácia do seu uso na aprendizagem dos alunos;
5. A frequência e o critério de utilização de analogias estão relacionados com a perspectiva pedagógica do professor ou com seu estilo pessoal de ensinar;
6. Não há uma relação entre a experiência e a frequência usual á analogia pelo professor.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DE ANÁLISE

3.1. *Desenvolvimento do estudo*

A metodologia aplicada para esta pesquisa baseou-se na busca de analogias encontradas em livros didáticos de Química do Ensino Médio e sua classificação a partir de modelos sistemáticos existentes e adaptados, para assim encontrar uma relação possível no qual as analogias possam apresentar como precursoras de erros conceituais promovidos por seu uso como recurso na tentativa de aprendizagem dos estudantes e assim comparar com o posicionamento dos licenciados no uso das analogias em sala de aula.

O estudo aqui apresentado é composto por três fases:

1. Análise dos livros didáticos de química dos anos de 1950 aos anos 2000, realizando assim um levantamento das analogias apresentadas.
2. Classificação das analogias:
 - 2.2. Classificação de acordo com o sistema composto por cinco tópicos, SCPUA, adaptado a partir do proposto por Thiele e Treagust (1994) originalmente composto por nove.
 - 2.3. Classificação de acordo com tabela de classificação produzida por Ravilo e Garritz (2008).
3. Aplicação de questionários aos licenciados que ministram aulas de química, a fim de avaliar se o uso de analogias, em suas aulas, se ocorre de forma “espontânea” ou se, ao contrário, é fruto de um planejamento de aula com base em uma postura/proposta reflexiva.

3.2. *Levantamento das analogias encontradas nos livros didáticos de química*

Foram consultados o máximo possível de autores com obras, livros didáticos, compreendidos dos anos 1950 aos anos 2000. Os livros alvo eram livros didáticos de química do tipo volume únicos e quando seriados, normalmente volume dois, para inventariação das analogias apresentadas no tema específico de equilíbrio químico. Assim, analisou-se 37 livros didáticos de 14 autores distintos que abordavam o tema equilíbrio químico, Anexo 1.

Porém, dos livros levantados, os que apresentaram analogias sobre o tema pesquisado foram:

QUADRO 1 – Livros com analogias identificadas

Autor	Título	Ano	Volume	Editora
CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luís Fernando.	Planeta química: físico-química.	2010	2	Ática
NOVAIS, Vera.	Química 2 – físico-química e química ambiental.	1993	2	Atual
NOVAIS, Veras.	Química	2000	Único	Atual
USBERCO, João; SALVADOR, Edgard.	Química-físico-química	2006	2	Saraiva
REIS, Martha.	Completamente química – físico-química	2001		FTD
FELTRE, Ricardo.	Química – Físico-química.	1994	2	Moderna
FELTRE, Ricardo.	Fundamentos da química: química, tecnologia e sociedade.	1994	Único	Moderna
FELTRE, Ricardo.	Química – Físico-química	2004	2	Moderna
FELTRE, Ricardo.	Química – Físico-química	2008	2	Moderna
SARDELLA, Antônio; FALCONE, Marly.	Química	2007	Único	Ática
SARDELLA, Antônio	Físico-química	2002	2	Ática
CARVALHO, Geraldo Camargo; SOUZA, Celso Lopes	Química de olho no mundo do trabalho	2003	Único	Scipione

No tema equilíbrio químico foram analisados os tópicos:

- i. Aspecto dinâmico;
- ii. Igualdade de velocidades no equilíbrio;
- iii. Reversibilidade;
- iv. Dedução de uma constante;
- v. Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier;
- vi. Catalisador em um sistema em equilíbrio.
- vii. Rendimento de uma reação

Entendeu-se como analogia, caso no livro estivesse de acordo à definição já apresentada, no qual analogia é um recurso cognitivo-metodológico que permite uma realização de comparações de atributos baseada nas similaridades entre as estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido pelo agente, buscando dessa maneira

alcançar a compreensão do conhecimento incógnito apresentado e/ou o texto a identificasse como sendo uma analogia. Porém expressões do tipo “semelhante a...”, “isso é como...”, “fazendo uma analogia...”, “analogamente...” também foram usadas como indicativo para a presença de analogia.

As analogias encontradas foram arquivadas por meio de escaneamento junto as referências da obra a qual foi encontrada, para que fossem analisadas e classificadas.

3.3. Classificação a partir do modelo adaptado do proposto por Thiele & Treagust (1994)

No estudo de Curtis e Reigeluth (1984) foi elaborada uma sistemática de classificação de analogias a partir da análise de 216 analogias, de conteúdos gerais, de 26 livros didáticos de química. Esta classificação foi realizada usando as analogias para determinar seus critérios, no qual estes autores propõem seis destes critérios, Figura 12, porém Thiele e Treagust (1994), em seu trabalho “*The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks*”, propõem um modelo sistemático expandido de critérios para análise de analogias com base no de Curtis e Reigeluth (1984). A classificação proposta por Thiele e Treagust foi:

-
- a) the *content* of the target concept – what aspect of chemistry is being considered by the target concept;
 - b) the *location* of the analogy through the textbook – at what stage of the curriculum is the analogy being presented;
 - c) the *analogical relationship* between analog and target – whether the analog and target share structural or functional attributes;
 - d) the *presentational format* – whether the analog is verbal or pictorial-verbal;
 - e) the *condition* or level of abstraction of the analog and target concepts – whether they have an abstract or concrete cognitive level;
 - f) the *position* of the analog relevant to the target – whether it is before, during, or after the presentation of the target, or whether it is presented in the margin;
 - g) the *level of enrichment* – to what extent is the mapping between analog and target domains done by the author;
 - h) the *pre-topic orientation* – is there evidence of further *analog explanation* of the analog domain and/or have the authors included any *strategy identification* that will indicate that the text has an analogical nature;
 - i) the presence of any stated *limitations* or warning which highlights to the students where possible attribute mis-matches may occur.
-

FIGURA 12: Lista de critérios por Thiele e Treagust (1994), a partir do proposto por Curtis & Reigeluth (1984), para classificação de analogias.

O que temos é:

- a) *O conteúdo do conceito alvo* - Que aspecto da química está sendo considerado pelo conceito alvo;

- b) *A localização da analogia através do livro* - em que fase do currículo é a analogia que está sendo apresentado;
- c) *A relação analógica entre análogo e alvo* - se o compartilham atributos estruturais ou funcionais analógicos e de destino;
- d) *O formato de apresentação* - se o analógico é verbal ou pictórica-verbal;
- e) *A condição ou nível de abstração do analógico e conceitos-alvo* - se eles têm um nível cognitivo abstrato ou concreto;
- f) *A posição do análogo de relevante para o alvo* - seja antes, durante ou após a apresentação do alvo, ou se é apresentada na margem;
- g) *O nível de enriquecimento* - até que ponto é o mapeamento entre análogo e domínio alvo é realizado pelo autor;
- h) *A orientação pré-tópico* - existe evidência de explicação adicional analógica do domínio analógico e / ou os autores têm incluído qualquer estratégia de identificação, que indica que o texto tem uma natureza analógica;
- i) A presença de quaisquer *limitações* estabelecidas ou aviso que destaca para os alunos que sempre é possível ocorrer entendimentos não adequados.

Desta classificação produzida por Thiele e Treagust (1994), dos critérios “a relação analógica entre análogo e alvo” até “a orientação pré-tópico” foram propostos por Curtis e Reigeluth (1984) e os outros três por eles. Dessa maneira, alguns critérios desta classificação foram descartados para uso nas analogias desta pesquisa. No estudo de Silva Júnior (2012) foi proposta uma classificação a partir dos critérios já estabelecidos na classificação por Thiele e Treagust (1994), onde se tratava de uma seleção dos critérios já estabelecidos por este autor, no qual interessava estabelecer uma proposta aos professores para que fosse realizada uma sondagem inicial, a partir da seleção destes critérios, das analogias para que assim existisse uma postura reflexiva do uso das analogias desde o planejamento de aula, essa sistematização adaptada será aqui chamada de SCPUA (Sistema de Classificação Prévia para Uso de Analogia) para melhor comunicação. O sistema composto de cinco categorias adaptado de acordo com a estrutura de classificação de Thiele e Treagust (1994):

1. A **relação de analogia** entre a analogia e o alvo – se a analogia e o alvo compartilham atributos estruturais ou funcionais;
2. O **formato da apresentação** – se a analogia é verbal ou ilustrativo-verbal;
3. A **condição** ou nível de abstração dos conceitos da analogia e do alvo – se eles estão em um nível cognitivo abstrato ou concreto;

4. O **nível de enriquecimento** – em que extensão o mapeamento entre a analogia e o alvo é feito pelo autor;
5. “A discussão de qualquer **limitação** ou alerta para os alunos sobre a possibilidade de ocorrência de entendimentos não adequados.” (THIELE; TREAGUST, 1994, p.64, ênfases originais).

No primeiro critério, a relação é dita *estrutural* quando o análogo e o alvo “poderiam possuir a mesma aparência física geral ou ser similarmente construídos” (CURTIS; REIGELUTH, 1984, p.103). Por outro lado, uma relação *funcional* é aquela em que “a função ou comportamento do análogo é atribuída ao alvo” (THIELE; TREAGUST, 1994, p. 67). Uma relação *estrutural/funcional* é aquela que “combina relações estruturais e funcionais” (CURTIS; REIGELUTH, 1984, p.103).

No segundo critério, a analogia foi considerada *ilustrativo-verbal* quando a ilustração e o texto representavam o análogo (THIELE; TREAGUST, 1984). Como em algumas situações a relação analógica estava ‘somente’ na ilustração, foi incluída nesta categoria outsubcategoria denominada *ilustração*.

Em relação à condição do análogo e do alvo, ela foi classificada como *concreta/abstrata*, *abstrata/abstrata* ou *concreta/concreta*. No primeiro caso, a natureza do análogo era concreta e a do alvo era abstrata (CURTIS; REIGELUTH, 1984). Por outro lado, quando a natureza de ambos, análogo e alvo, era abstrata ou concreta, a condição da analogia foi considerada como *abstrata/abstrata* e *concreta/concreta*, respectivamente (CURTIS; REIGELUTH, 1984).

Com relação ao nível de enriquecimento, uma analogia foi dita *simples* quando o domínio da analogia era conectado ao domínio alvo através de expressões do tipo ‘é como’, ‘pode ser comparado a’, ‘é semelhante a’ (CURTIS; REIGELUTH, 1984). Por outro lado, uma analogia foi dita *enriquecida* quando algum dos atributos compartilhados eram explicitados (CURTIS; REIGELUTH, 1984).

Com relação à categoria ‘limitação’, ela foi dividida em três subcategorias a fim de permitir uma melhor diferenciação das analogias: *não reconhece existência*, *reconhece existência* e *discute as limitações*. Isto porque em algumas situações os autores reconheciam a existência de limitações, mas não as discutiam, enquanto em outras eles discutiam pelo menos uma delas.

3.4. Análise das analogias encontradas nos livros didáticos de química

Tomou-se com referência para análise a classificação sugerida no trabalho de Raviolo e Garriz (2008), sendo esta inspirada pelo trabalho inicial de Pereira (1990), no qual estes autores produziram uma tabela incorporando os aspectos do equilíbrio químico que são abordados pelas analogias, suas possíveis dificuldades, ou erros conceituais que promovem, e as referências bibliográficas mais representativas dessas analogias. As analogias analisadas por Raviolo e Garriz (2008) são sugeridas para o ensino do equilíbrio propostas em revistas científicas (como *Journal of Chemical Education*), projetos Nuffield (1967), CBA (1964), Chem. Study (1963) e livros textos como o ACS (2005). A sistemática classificação é constituída por dois momentos com os seguintes tópicos classificatórios:

Entre os aspectos do equilíbrio químico ilustrados pelas analogias serão identificados:

- i. Aspecto dinâmico;
- ii. Igualdade de velocidades no equilíbrio;
- iii. Reversibilidade;
- iv. Dedução de uma constante;
- v. Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier;
- vi. Catalisador em um sistema em equilíbrio.

Entre os aspectos relacionados aos erros conceituais que possam transmitir sobre equilíbrio químico, destacam-se:

- i. Visão compartimentada;
Na compartimentação do equilíbrio, os reagentes e os produtos se encontram em compartimentos separados, ou seja, normalmente tratando os reagentes à esquerda e os produtos à direita.
- ii. Confusão nível micro;
O problema com o nível molecular está relacionado a não proporção da visualização da imagem microscópica pela analogia, a nível atômico, molecular ou iônico;
- iii. Confusões em cinética;
Confusões geradas com a cinética química estão sempre relacionadas a não ilustração do modelo de colisões entre partículas, não transmitindo a ideia que é preciso obter certa quantidade de produto em uma reação, para que assim possa ocorrer no sentido inverso e favorecer a imagem

oscilatória que é o equilíbrio químico, ou seja, promove-se a ideia de quando finalizada a reação direta, começa a reação inversa e assim por diante;

- iv. Produtos e reagentes apresentando as mesmas concentrações;
A ideia de que as concentrações dos reagentes e produtos são iguais no equilíbrio químico;
- v. Sistema não fechado
Se o sistema não é considerado fechado;
- vi. Confusões entre quantidade e concentrações;
Quando são geradas confusões entre quantidade e concentração das substâncias;
- vii. Humanização.
Quando se fornece imagens antropomórficas - humanização dos objetos – ou animalistas.

Porém a pesquisa apresentada propõe uma análise das analogias sugeridas para o ensino do equilíbrio químico pelos livros didáticos utilizados no Ensino Médio. Assim, a partir dos erros conceituais evidenciados em Quilez e Sanjosé (1995), Uehara (2005) e Silva (2008) relacionou-se os principais erros conceituais comuns e não comuns abordados na classificação proposta por Raviolo e Garriz (2008). Propôs-se uma sistemática classificatória modificada, apresentando-se uma maior categorização de erros conceituais, com isso, após análise das analogias, seguindo esta classificação, será possível realizar um levantamento de quais são os principais erros conceituais nos quais as analogias possam a vir promover.

Da mesma forma que na classificação tratada anteriormente, existem dois momentos: um que aborda os aspectos do conteúdo ilustrado pelas analogias e suas dificuldades, os erros conceituais potencialmente promovidos.

Nos aspectos de ilustração dos conteúdos, temos:

- i. Conceito de equilíbrio químico;
- ii. Aspecto dinâmico;
- iii. Igualdade de velocidades ao atingir o equilíbrio;
- iv. Concentrações constantes atingido equilíbrio;
- v. Reversibilidade;
- vi. Sistema fechado;
- vii. Dedução de uma constante;
- viii. Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier;

- ix. Catalisador em um sistema em equilíbrio.
- x. Rendimento de uma reação

Em relação às dificuldades promovidas pelas analogias, seguem o quadro:

QUADRO 2 - Classificação da analogia segundo seu conteúdo abordado e dificuldade de aprendizagem apresentada.

Dificuldades	Erro conceitual promovido	Abordagem indicadora da dificuldade
<u>Visão compartimentada</u>	A compartimentação de reagentes e produtos no equilíbrio;	Representação atômico-molecular compartimentada, ou seja, os reagentes e os produtos existem em recipientes separados, ou somente os reagentes ou somente os produtos existem em apenas um compartimento, ou simplesmente cada substância na reação se apresenta em um recipiente exclusivo.
<u>Alcance do equilíbrio</u>	Incorreta compreensão na identificação do alcance do equilíbrio de uma reação	A ideia de que as concentrações dos reagentes e produtos são iguais no equilíbrio químico (Raviolo; Garritz, 2008). Proporciona a ideia de que o equilíbrio químico é somente quando as reações direta e inversa apresentam velocidades iguais, porém não leva em consideração que a concentração é um fator relevante no alcance do equilíbrio.
<u>Sistema não fechado</u>	Não é levada em consideração que a reação ocorre em um sistema fechado	Se o sistema não é considerado fechado. (Raviolo; Garritz, 2008)
<u>Quantidade-concentração</u>	Confusão devido à estequiometria das reações químicas não quantitativas; Confusão entre massa e concentração em equilíbrios heterogêneos;	Quando são geradas confusões entre quantidade e concentração das substâncias (Raviolo; Garritz, 2008). Usam mol em vez de mol/L ao calcularem a constante de equilíbrio
<u>Humanização</u>	Representações animistas de conceitos	Se fornece imagens antropomórficas (humanização dos objetos) ou animalistas. (Raviolo; Garritz, 2008)
<u>Catalisador</u>	Erros na interpretação do papel do catalisador no equilíbrio químico.	O catalisador aumenta a velocidade apenas no sentido direto

<u>Dinamismo</u>	Erros relacionados à interpretação do dinamismo nas reações de equilíbrio químico	Representam a nível microscópico os átomos, moléculas ou íons em recipientes distintos, não identificando o dinamismo existente entre as partículas. Confusões geradas com a cinética química estão sempre relacionadas a não ilustração do modelo de colisões entre partículas, não transmitindo a ideia que é preciso obter certa quantidade de produto em uma reação, para que assim possa ocorrer no sentido inverso e favorecer a imagem oscilatória que é o equilíbrio químico, ou seja, promove-se a ideia de quando finalizada a reação direta, começa a reação inversa e assim por diante; (Raviolo; Garritz, 2008)
<u>Reversibilidade</u>	Incorreta representação da dupla seta nas reações químicas.	Erros na representação da seta nas equações referentes a reações de equilíbrio químico, representando muitas vezes com seta simples a reação em equilíbrio ou representando a seta dupla como indicativo apenas para onde a reação irá ser alterada por influência de algum parâmetro;
<u>Constante de equilíbrio.</u>	Dificuldades de compreensão com as constantes de equilíbrio.	A representação da constante de equilíbrio de pressões parciais da mesma forma com a das concentrações molares; Os estudantes realizam expressão errônea da constante de equilíbrio.
<u>Alterações no equilíbrio</u>	Erros na aplicação indiscriminada dos princípios de Le Chatelier.	Justificam erroneamente alterações no equilíbrio usando os conceitos de Le Chatelier, como apontar os sentidos errados de deslocamento da reação, seja endotérmica ou exotérmica, com a variação da temperatura do sistema.

3.5. Questionário aplicado aos professores

Os Questionários foram aplicados aos professores que atuam ou já atuaram no Ensino médio, não especificamente precisam ter lecionado o tema em questão, pois as perguntas visavam realizar um levantamento sobre os posicionamentos dos professores em relação ao uso de analogias em suas aulas.

O questionário é composto por 17 perguntas fechadas, Anexo 2, perguntas que objetivavam uma análise quantitativa a respeito da investigação sobre o uso ou não das analogias em sala de aulas pelos professores, como também se usam os livros didáticos como fonte de consultas de analogias ou se criam espontaneamente, se as classificam quando as selecionam, se acreditam que são facilitadoras do conhecimento, dentre outras. Na décima segunda pergunta, dependendo da resposta do entrevistado, havia um desdobramento para mais cinco perguntas. Nesta parte do questionário é perguntado aos professores se quando usam as analogias pra ensinar, utilizam de parâmetros para selecioná-las, nos quais foi

proposta a classificação a partir dos critérios já estabelecidos na classificação por Thiele e Treagust (1994), o SCPUA, onde se tratava de uma seleção dos critérios já estabelecidos por este autor no estudo de Silva Júnior (2012) para, com isso, auxiliar os professores na melhor seleção das analogias.

Dessa maneira, após a quantificação das respostas, foi realizado um levantamento sobre a porcentagem de professores que usam de analogias em sala de aula, se usam os livros didáticos como fonte de consulta das analogias para reprodução, se preferem livros didáticos que se utilize de analogias, se avaliam o aprendizado após o uso das analogias para averiguar se houve aprendizagem, entre outras, mas principalmente se há o uso de parâmetros na seleção das analogias.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Questionários

Na primeira pergunta do questionário faz-se um levantamento inicial sobre a utilização de analogias nas aulas pelos professores, para que com isso tenha-se uma visão geral de qual tamanho é a abordagem e frequência desta ferramenta nas aulas. Como é visto no Gráfico 1, cerca de 90% dos professores entrevistados se utilizam das analogias em suas aulas, um valor bastante alto que indica uma alta frequência e forte tendência do uso desta ferramenta pelos professores em algum conceito de Química.



GRÁFICO 1 –(a) Em sala de aula, você se utiliza de analogias?(b) Você considera o uso de analogias como um elemento (fator) facilitador da aprendizagem?

Na segunda pergunta do questionário, pergunta-se aos professores se estes encaram o uso das analogias como um agente facilitador dos conhecimentos para aprendizagem dos estudantes através desta ferramenta, e como na primeira pergunta do questionário, 93% destes profissionais, Gráfico 1, afirmou que o uso de analogias proporciona uma melhor aprendizagem dos conhecimentos de química através da facilitação como fator de assimilação de seus conceitos. Como na pergunta inicial, 93% dos professores entrevistados responderam de forma positiva, e este dado não se restringe apenas a questão em contexto, mas aponta que o grande número de professores que afirmaram usar as analogias em suas aulas acredita que podem proporcionar uma melhor aprendizagem usando este recurso de ensino.

Na terceira pergunta do questionário, pergunta-se sobre a opinião destes professores a respeito da utilização das analogias em livros didáticos, se esses entendem que nos livros didáticos devia-se utilizar em maior extensão este recurso. Diferente das perguntas iniciais, vê-se no Gráfico 2 sobre o uso das analogias nesta outra ferramenta didática que é o livro, onde 50% dos professores foram a favor do uso em maior extensão contra 46% dos

professores que opinaram não serem a favor. Estes dados indicam que mesmo os professores acreditando que o uso das analogias são elementos facilitadores da aprendizagem e que a usam bastante em suas aulas, suas opiniões divergem em relação a seu uso em livros didáticos, isto pode significar que mesmo acreditando na capacidade de facilitação da aprendizagem das analogias, os livros didáticos deveriam ser mais prudentes no uso deste recurso, isso pode estar ligado intimamente ao despreparo destes, onde Raviolo e Garriz, (2008) apontam que eles contribuem muito pouco para uma aprendizagem efetiva.

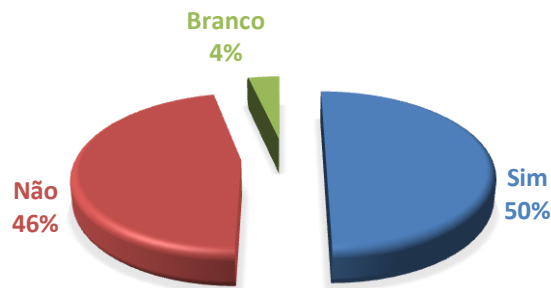


GRÁFICO2 - Você entende que os livros didáticos deveriam utilizar, em maior extensão, as analogias?

Isto se confirma quando na quarta pergunta questiona-se se ao adotar um livro didático, os professores dariam maior preferência aos livros que utilizassem em maior escala de analogias, e 57% destes afirmaram que não, Gráfico 3.

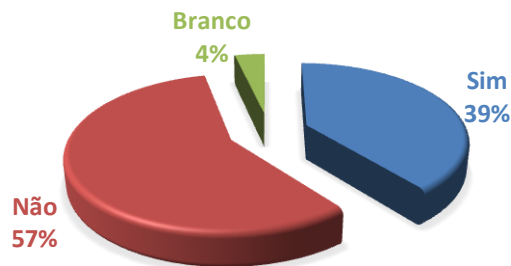


GRÁFICO3 – Quando da adoção de um livro didático, você daria preferência a um que se utilizasse em larga escala de analogias?

Fica evidente que os professores acreditam e usam as analogias pra facilitar a aprendizagem dos estudantes em suas aulas, porém quando se retrata as analogias nos livros didáticos, os dados indicam que cerca da metade dos professores não acredita na sua eficácia para auxiliar na aprendizagem dos estudantes através deste recurso em livros e/ou apenas não

consideram as analogias como recurso prioritário para promover a aprendizagem através de livros, existindo outros recursos além das analogias que possam ser explorados.

Quando se compara com os resultados da sexta pergunta, Gráfico 4, quase que 65% dos professores reproduzem as analogias que encontram nos livros, dessa maneira este resultado torna mais condizente a ideia de que a maior parte dos professores acredita na eficácia no uso das analogias advindas em livros didáticos, tanto que as reproduzem nas aulas, porém, como visto nos Gráficos 2 e 3, isso não é um fator de prioridade para adoção de um livro.

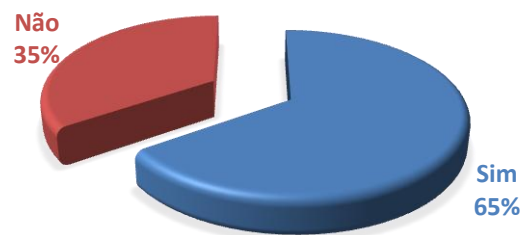


GRÁFICO 4 – (a) O emprego das analogias a serem utilizadas, faz parte do seu planejamento de aula?(b) Você reproduz analogias que encontrou nos livros didáticos?

A quinta pergunta e consecutivas estavam destinadas aos entrevistados no qual usavam analogias em suas aulas, dessa maneira, como já foi visto, grande parte dos professores responderam que sim, ou seja, mais de 90% dos professores usam desta ferramenta e responderam as questões que serão tratadas a seguir. Na quinta pergunta é questionado se os professores quando elaboram suas aulas incluem analogias a serem utilizadas em seu planejamento de aula, 65% dos professores respondeu positivamente, Gráfico 4. Da mesma forma na sexta pergunta, o mesmo número de professores respondeu que reproduzem as analogias encontradas em livros didáticos em suas aulas, Gráfico 4. Esses valores condizem, de certa maneira, com o valor encontrado de professores que concordam com uma maior abordagem de analogias nos livros didáticos, isso significa afirmar que os professores que utilizam de analogias em sala de aulas, boa parte destas são oriundas de livros didáticos e já são incluídas ao planejarem suas aulas num determinado tema.

Como foi evidenciado, mais da metade dos professores entrevistados reproduzem analogias encontradas em livros didáticos, além de inclui-las em seu planejamento de aula, porém na sétima pergunta do questionário é perguntado aos professores se estes elaboram suas próprias analogias, onde 96%, Gráfico 5, destes professores responderam positivamente,

ainda sim o mais interessante é que enquanto apenas aproximadamente mais da metade inclui em seu planejamento e reproduzem as analogias dos livros didáticos, essa grande maioria que cria suas próprias analogias inclui parte dos professores que não usam destas analogias de livros didáticos. Ou seja, enquanto existe certo equilíbrio no uso das analogias dos livros didáticos pelos professores, quase todos responderam que produzem suas próprias analogias. Isso poderia significar que essa produção autoral de analogia seria arraigada de cuidados e sistematização, porém ao verificar na oitava pergunta do questionário se os professores elaboravam de maneira improvisada analogias para sanar uma dúvida vinda de um aluno, verificou-se que os mesmos 96%, Gráfico 5, dos professores improvisavam suas analogias.



GRÁFICO 5–(a) Você elabora (cria) suas próprias analogias?(b) Você alguma vez já elaborou, de maneira improvisada, uma analogia, em sala de aula, para responder a pergunta formulada por um aluno?

Tendo em vista que alguns modelos de sistematização como o criado por Glyn (1991) intitulado de *Modelo de Ensino com analogias* (“*TWA – Teaching With Analogies*”), o de Harrison e Treagust (1993) e Treagust et al (1996) chamado *modificação do Modelo de Ensino com analogias* foram alguns dos modelos criados para diminuir desvantagens e problemas causados pelo uso deste recurso, o fato dos professores criarem analogias de forma improvisada em sala de aula existe o risco eminente de criarem analogias aleatórias sem nenhum planejamento que venham a gerar concepções distintas ao objetivo conceitual e causar erros conceituais.

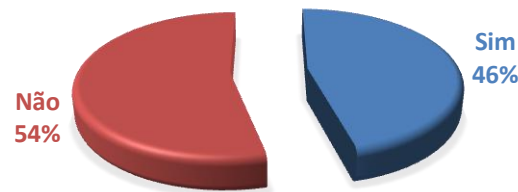


GRÁFICO 6 – Você utiliza algum(s) parâmetro(s) para selecionar uma analogia quando vai usa-la como instrumento de ensino?

Isso pode ser comprovado quando na décima segunda pergunta do questionário é perguntado aos professores se usam de algum parâmetro para selecionar suas analogias, 54% deste responderam negativamente, Gráfico6. Menos da metade dos professores usam de algum modelo sistemático para selecionar as analogias e evitar erros conceituais gerados pelos estudantes por, provavelmente, não ser uma analogia adequada àqueles estudantes ou conceito abordado.

Ainda assim, a décima primeira pergunta do questionário permitiu visualizar que aproximadamente 90% dos professores, embora mais da metade não utilize de parâmetros na seleção, se preocupam ao selecionar uma analogia com a familiaridade do análogo e as concepções alternativas dos estudantes, Gráfico 7. Isto é um fator favorável para evitar erros conceituais e promover um maior entendimento dos estudantes ao assimilar os conceitos permeados pela analogia.

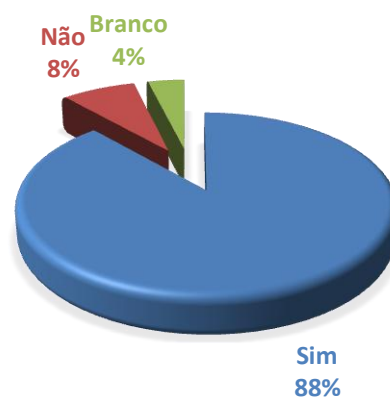


GRÁFICO 7 – Quando utiliza uma analogia em sala de aula, você considera uma relação de familiaridade da analogia com os conhecimentos prévios do aluno?

Outro ponto levantado era se os professores após aplicarem uma analogia verificavam junto aos estudantes se este recurso teria produzido uma facilitação da

aprendizagem destes alunos, 96% dos professores afirmam perceber que sim, Gráfico 8, porém é visto no Gráfico 9 que apenas 46% deles realizam uma avaliação ou conversam com os alunos para realizarem um levantamento e constatação se verdadeiramente houve um avanço na aprendizagem dos conteúdos abordados.



GRÁFICO 8 – Ao utilizar uma analogia em sala de aula, você percebe que esse recurso facilitou o entendimento por parte do aluno?

Ou seja, os professores aplicam a analogia e acreditam ter havido uma facilitação da aprendizagem, porém boa parte deste não procura constatar se houve uma real aprendizagem dos conceitos ou se há erros conceituais perpetuados entre estes estudantes.

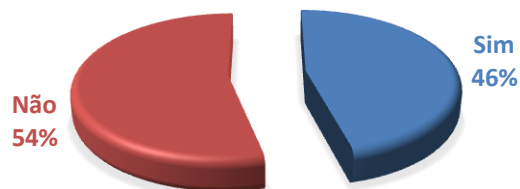


GRÁFICO 9 – Alguma vez, quando da realização de uma avaliação ou em conversa com alunos, você chegou a constatar que uma analogia anteriormente utilizada, havia levado o aluno a tender de maneira errada determinado conteúdo?

Dos 46% dos professores que afirmaram usar algum parâmetro para selecionar uma analogia a ser utilizada em sala de aula, visto anteriormente no Gráfico 6, havia um desdobramento desta pergunta, décima segunda do questionário, no qual outras faziam um levantamento de qual tipo de analogias eram mais selecionadas por estes professores.

Na questão 12.1, perguntava-se qual a opção escolhida quando se tratava da relação analógica, se analogia se relacionaria de forma estrutural, funcional ou estrutural-funcional. Cerca de 70%, Gráfico 10, optou por analogias do tipo estrutura-funcional, onde uma relação estrutural/funcional é aquela que “combina relações estruturais e funcionais” (CURTIS; REIGELUTH, 1984, p.103), e a relação é dita estrutural quando o análogo e o alvo “poderiam possuir a mesma aparência física geral ou ser similarmente construídos” (CURTIS; REIGELUTH, 1984, p.103), por outro lado, uma relação funcional é aquela em que “a função ou comportamento do análogo é atribuída ao alvo” (THIELE; TREAGUST, 1994, p. 67). Para os professores é mais interessante que a analogia apresente a mesma aparência estrutural do conceito com também a mesma funcionalidade. Segundo Francisco (2009), seria recomendável que tanto o análogo como o alvo devem compartilhar tanto atributos funcionais quanto atributos estruturais, fato comum à opção da maior parte dos professores na escolha de uma analogia. Porém nem toda analogia permite isto, pois analogias estruturais ou somente do tipo funcional podem atingir melhores objetivos, da mesma maneira que a estrutural-funcional pode trazer prejuízos à aprendizagem, quando se torna complicado ao aluno relacionar atributos tanto estruturais como funcionais.

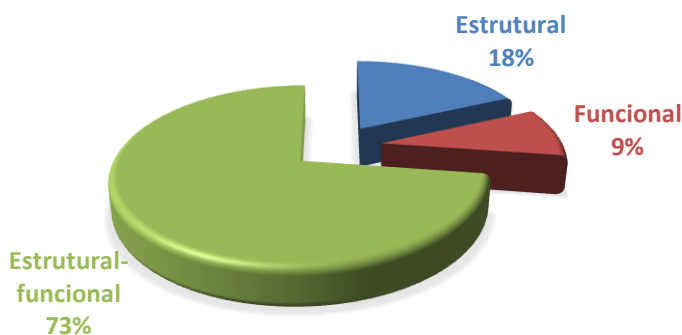


GRÁFICO 10 -Relação analógica preferível pelos professores de química.

Em relação ao formato de apresentação das analogias, se usavam do tipo verbal, ilustrativo ou ilustrativo-verbal, cerca de 80% dos professores afirmaram optar por analogias do tipo ilustrativo-verbal, Gráfico 11, analogias no qual apresentam algum tipo de ilustração, além do texto, representando o análogo, enquanto as analogias unicamente descritas por textos são consideradas verbais, segundo Thiele e Treagust (1984). É visto que neste parâmetro há uma preferência dos professores por optarem pelo uso de analogias que usam de alguma ilustração além de sua descrição verbal, na pesquisa de Francisco (2009) um fator que levou muitos autores a optarem por analogias ilustrativo-verbais em seus livros didáticos é o

fato de possibilitar ao estudante a formulação de ideias abstratas. Assim, sempre que possível apresentar imagens onde o conceito em estudo pode ser representado, discutido e debatido, é uma forma de garantir uma maior compreensão dos estudantes. Representações visuais são importantes na compreensão da analogia, pois fundamentam a formação dos modelos mentais a partir da percepção e da imaginação (REINER; GILBERT, 2000; JUSTI, 2006 apud FRANCISCO, 2009, p132).

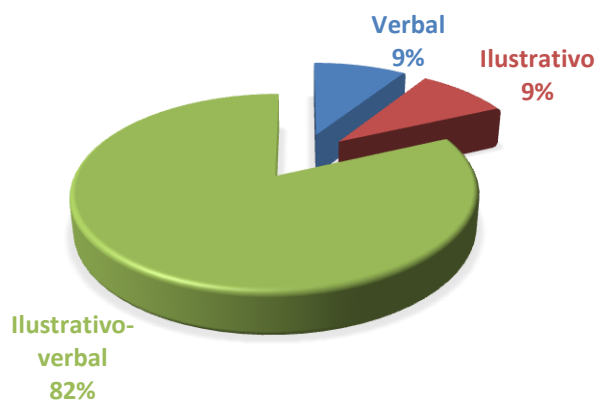


GRÁFICO 11 -Formato de apresentação das analogias preferível pelos professores de química.

Quando tratado sobre o nível de apresentação, as analogias podem ser concreta/abstrata, quando a natureza do análogo era concreta e a do alvo era abstrata (CURTIS; REIGELUTH, 1984). Por outro lado, quando a natureza de ambos, análogo e alvo, era abstrata ou concreta, a condição da analogia foi considerada como abstrata/abstrata e concreta/concreta, respectivamente (CURTIS; REIGELUTH, 1984). Assim, cerca de 64% dos professores optaram por analogias que abordavam um análogo concreto para abordar um conceito abstrato, Gráfico 12. Francisco (2009) aponta que um dos principais aspectos ao selecionar uma analogia é que esta seja familiar ao estudante, os alunos devem compreender bem o análogo para compreender o conceito alvo, ou seja, o conceito análogo deve sempre ser mais acessível em relação ao conceito alvo, apresentando uma maior compreensibilidade e ser mais cotidiana. Pois quanto menos uma analogia seja familiar ao estudante, isso pode acarretar em uma não contribuição na transposição de ideias similares de um fenômeno a outro. Assim o autor afirma que quanto mais concreta e significativa é uma analogia, esta se torna mais familiar aos estudantes, e dessa maneira há um maior entendimento dos conceitos abstratos.

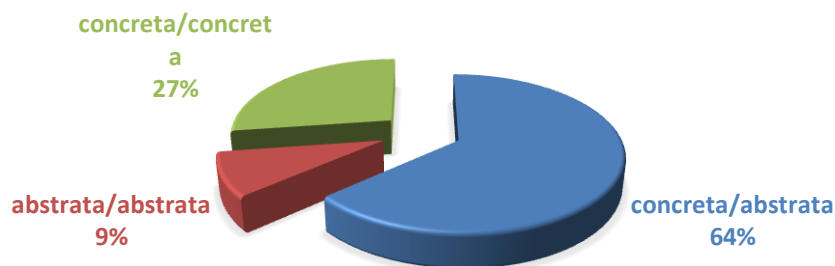


GRÁFICO 12 - Nível de apresentação das analogias preferível pelos professores de química.

Sobre o nível de enriquecimento, as analogias podem ser simples quando o domínio da analogia era conectado ao domínio alvo através de expressões do tipo ‘é como’, ‘pode ser comparado a’, ‘é semelhante a’. Por outro lado, uma analogia foi dita enriquecida quando alguns dos atributos compartilhados eram explicitados (CURTIS; REIGELUTH, 1984). Dessa forma, cerca de 80% dos professores, Gráfico 13, optaram por analogias enriquecidas, analogias nas quais apresentam uma maior abordagem de atributos entre o análogo e o alvo, analogias menos superficiais. Segundo Francisco (2009), analogias simples são mais propensas a ocasionar problemas de aprendizagem, tendo em vista que os estudantes apresentam dificuldades e problemas para identificá-las e assim não as aceitam devido à baixa similaridade apresentada, e conseqüentemente várias limitações. Porém, o autor aponta que quando mais de um atributo de um análogo é empregado na discussão de um conceito alvo ou mais pode causar confusões entre os estudantes e o levar a estabelecer correspondências inadequadas. Ou seja, uma analogia simples, onde apenas um atributo é compartilhado pode promover uma melhor aprendizagem desde que haja uma identificação das limitações entre o alvo e o análogo.

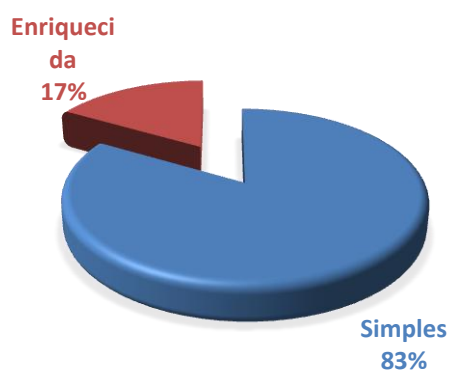


GRÁFICO 13 - Nível de enriquecimento das analogias preferível pelos professores de química.

Como foi visto anteriormente, as analogias enriquecidas são preferidas pelos professores por apresentarem mais atributos relacionados entre análogo e conceito alvo, porém Francisco (2009) alerta sobre a não discussão das limitações entre estes atributos pode fazer uma analogia simples ser mais significativa na aprendizagem. A não discussão da analogia responsabiliza o estudante na tarefa de estabelecer as similaridades e as limitações da analogia. O que pode acarretar é que o estudante realize uma identificação errada e distante do proposto acarretando numa transposição inválida, criando obstáculos na aprendizagem e se tornando uma analogia inútil na facilitação da aprendizagem.

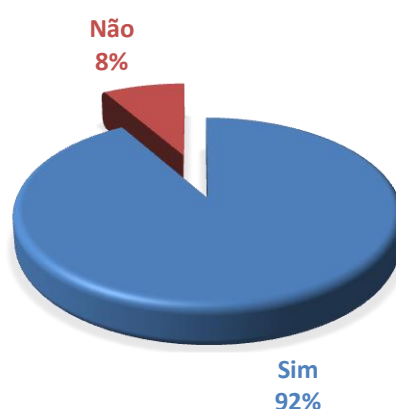


GRÁFICO 14–Discussão da limitações presentes nas analogias pelos professores de química.

Assim por último, sobre a discussão de qualquer limitação ou alerta para os alunos sobre a possibilidade de ocorrência de entendimentos não adequados, é visto que 92% dos professores, Gráfico 14, optam por escolher analogias que levantem as limitações existentes, ou seja, ao usarem de uma analogia discutem suas limitações junto aos estudantes, esclarecendo e contribuindo para correspondência adequada entre o análogo e alvo.

4.2. Analogias encontradas nos livros didáticos

As analogias encontradas nos livros foram analisadas e classificadas, e dessa maneira apontados os conhecimentos no qual contemplam como também as dificuldades conceituais que apresentam potencialidade em transferir a quem a utilize para estudo. Porém, a analogia, ilustrativo ou/e verbal, pode de maneira primária e objetiva exprimir quais conhecimentos são abordados, e em alguns casos os conhecimentos abordados estarão de forma secundária e subjetiva, mas ainda assim devem ser apontados. As dificuldades proporcionadas pela analogia, não são necessariamente relacionadas aos conhecimentos que objetiva, primariamente ou secundariamente, abordar, algumas dificuldades são geradas a

partir da tentativa de usar uma analogia para outro conhecimento, mas o seu conjunto no todo a promove indiretamente.

No livro do Ciscato e Pereira (2010) é apresentado a analogia da casa noturna, Figura 13, uma analogia ilustrativa-verbal que apresenta o funcionamento de uma boate, indicando o fluxo intenso de entrada e saída de pessoas por locais diferentes, mas que sempre mantém a quantidade de pessoas no local constante.



FIGURA 13 – Analogia da casa noturna de Ciscato e Pereira (2010).

QUADRO 3 – Análise da analogia casa noturna

Conhecimento abordado		Dificuldade	
Conceito de equilíbrio químico	✓	<u>Visão compartimentada</u>	
Aspecto dinâmico	✓	<u>Alcance do equilíbrio</u>	
Igualdade de velocidades ao atingir o equilíbrio	✓	<u>Sistema não fechado</u>	✓
Concentrações constantes atingido equilíbrio	✓	<u>Quantidade-concentração</u>	
Reversibilidade	✓	<u>Humanização</u>	✓
Sistema fechado		<u>Catalisador</u>	
Dedução de uma constante		<u>Dinamismo</u>	✓
Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier		<u>Reversibilidade</u>	

Catalisador em um sistema em equilíbrio	<u>Constante de equilíbrio.</u>
Rendimento de uma reação	<u>Alterações no equilíbrio</u>

A analogia apresentada usa como conhecimento familiar o funcionamento e a estrutura de uma casa noturna na tentativa de esclarecer os conhecimentos listados na tabela. Sendo uma analogia ilustrativo-verbal os aspectos abordados são descritos no corpo do texto que a compõe e identificados através do auxílio da ilustração, porém é visto que nem todos os conhecimentos abordados são citados no texto, Quadro 3, enquanto é percebido na ilustração.

De forma clara e objetiva o texto usa a entrada e saída das pessoas na casa noturna comparando-a com a dinamicidade de uma reação que nunca para, como também sua reversibilidade onde a reação ocorre no sentido direto como no inverso com a velocidade de entrada e saída alcançando o equilíbrio, como a constante quantidade de 300 pessoas na casa noturna da mesma maneira que o alcance das velocidades direta e inversa obteriam concentrações constantes no equilíbrio em uma reação química, assimusam-se esses fatores para conceituar o equilíbrio químico. A relação estrutural da casa noturna como sendo um recipiente onde ocorre a reação química e as pessoas são as partículas participantes, propiciam a atribuição errônea do comportamento humano aos das partículas na reação e a entrada e saída destas pessoas torna o sistema não fechado, embora a quantidade de pessoas ou a concentração das substâncias estariam constantes. Em relação ao dinamismo abordado na entrada e saída das pessoas, é visto que há um favorecimento da ideia errônea da reação dinâmica acontecer com as velocidades diretas e inversas sempre iguais, visto que a reação não ocorre a todo o momento com a mesma velocidade, principalmente quando está no caminho de alcançar o equilíbrio. Ainda assim, há uma tentativa do autor em esclarecer algumas limitações quando trata de elucidar a respeito da entrada e saída das pessoas sobre a possibilidade de serem pessoas distintas, porém deixa claro que o que entram e saem são apenas as substâncias participantes da reação. É visto que é usado aspas quando se refere a entra e saem, na tentativa de explicar que não há realmente a entrada e saída das substâncias, pois estariam em um sistema fechado, mas tendo em vista que ao usar tal analogia os estudantes não vão atentar para sutileza das aspas e realmente serão levados a crer na entrada e saída dessas substâncias no sistema.


Novais (1993) utiliza um grupo de abelhas numa porção de mel, Figura 14, para trabalhar o conceito de equilíbrio químico, onde isso é proposto ao comparar duas porções de mel num sistema fechado e a porção de abelhas inicial tende a se distribuir nas porções de

mel, tornando-se constantes como também existindo uma dinamicidade em suas permutações entre as porções e apresentando a mesma velocidade de permutação.



O que significa equilíbrio químico?

Vamos fazer uma analogia:
Suponhamos que se tenha dois frascos com mel e que o conteúdo de um deles seja derramado em uma superfície. Se, nas proximidades, houver grande número de abelhas, elas serão atraídas pelo mel. Depois de algum tempo, o alimento estará "coberto" de insetos.

Imagine que se feche o sistema e que outro vidro de mel seja derramado nas proximidades do primeiro. Começa, então, a acontecer que algumas abelhas que estão com dificuldades de se alimentar na superfície da primeira amostra passam a ir para a segunda, onde a competição ainda não existe.




Com o tempo, o número de abelhas na segunda amostra cresce e, evidentemente, decresce na primeira porção.

EQUILÍBRIOS QUÍMICOS

Tudo isto não impede que algumas abelhas saiam da segunda porção e dirijam-se à primeira e vice-versa. Chegaremos, no entanto, a uma situação de *equilíbrio dinâmico*, na qual o número de abelhas em cada uma das superfícies permanece constante, isto é, o número de abelhas que saem e voltam para cada uma das amostras é constante.



Note que o fato de dizermos que em cada uma das amostras o número de abelhas é constante não implica que esses números sejam iguais. Pode ser, por exemplo, que na primeira porção a superfície exposta do mel seja maior e esse fator favoreça que na situação de equilíbrio haja mais abelhas nessa amostra do que na segunda.

Repare que o equilíbrio atingido é *dinâmico*, pois as abelhas continuam indo e vindo para cada amostra de mel. O número de abelhas em cada porção de mel é que ficou constante. Isto significa que as *velocidades com que as abelhas são atraídas para cada uma das superfícies de mel são iguais*.

O equilíbrio seria estático se nenhuma abelha abandonasse o mel ou chegasse em sua superfície.

Vamos retomar uma situação de equilíbrio já discutida anteriormente: a vaporização de um *líquido*.

Suponhamos um recipiente fechado no qual se tenha $H_2O(l)$:

FIGURA 14 – Analogia abelhas de Novais (1993).

QUADRO 4 – Análise da analogia abelhas

Conhecimento abordado		Dificuldade	
Conceito de equilíbrio químico	✓	<u>Visão compartimentada</u>	✓
Aspecto dinâmico	✓	<u>Alcance do equilíbrio</u>	
Igualdade de velocidades ao atingir o equilíbrio	✓	<u>Sistema não fechado</u>	
Concentrações constantes atingido equilíbrio	✓	<u>Quantidade-concentração</u>	
Reversibilidade	✓	<u>Humanização</u>	✓
Sistema fechado	✓	<u>Catalisador</u>	
Dedução de uma constante		<u>Dinamismo</u>	
Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier	✓	<u>Reversibilidade</u>	
Catalisador em um sistema em equilíbrio		<u>Constante de equilíbrio</u>	
Rendimento de uma reação		<u>Alterações no equilíbrio</u>	

De maneira subjetiva é tratado o conceito de reversibilidade ao se observar que a dinamicidade da reação possibilita compreender e comparar a transição das abelhas de uma porção de mel para outra, porém isso será tratado como uma indução ao erro conceitual da compartimentação, já que a analogia trata como inicial uma porção de mel e um segundo momento duas porções com as abelhas distribuídas, isso pode ser interpretado como sendo os reagentes e os produtos, e mesmo estando em um sistema fechado comum, será entendido como abelhas no lado esquerdo e abelhas no lado direito.

São usados os comportamentos das abelhas para descrever o funcionamento das moléculas numa reação que tende ao equilíbrio, caso que pode levar estudantes a acreditarem e personalizarem como real tal comportamento. Em relação ao aspecto dinâmico a analogia aborda bem o fato da segunda porção de mel ser inserida e muita abelhas inicialmente se transferirem para a nova amostra, enquanto outras permanecem, e só depois de algum momento há uma pequena transição de abelhas da segunda amostra para a inicial enquanto ainda há a transição da primeira pra segunda numa menor proporção, e isso vai progressivamente ocorrendo até que as velocidades de transição das abelhas de uma amostra para outra se igualem e permaneça constante, este aspecto aborda bem o processo de alcance do equilíbrio quando visto o conceito do processo cinético de colisões entre as moléculas das substâncias, observado através da diminuição da velocidade direta e o aumento da inversa. Quando abordado o alcance do equilíbrio, o autor se atenta a usar do texto para trabalhar as limitações da analogia que não pode ser bem interpretado na ilustração, ao tratar que o número de abelhas permanece constante e também a velocidade de transição entre as porções de mel pode fazer com que o conceito de equilíbrio químico se entenda como concentrações iguais e velocidade direta e inversa. Assim, o autor explica que essas concentrações de abelhas nas porções não necessariamente serão iguais, como é visto no conceito de equilíbrio

químico, pode haver quantidades de abelhas diferentes nas porções, embora constante, além de deixar claro que as abelhas continuam permutando as amostras com velocidades de transição iguais, não caracterizando um fenômeno estático.

Usberco e Salvador (2006) utilizam do ambiente de um espaço público para apresentar o conceito de equilíbrio químico. Na ilustração, Figura 15, é visto que existem dois pisos, superior e inferior, com acessos ligados a partir de escadas automáticas, no qual o autor relaciona a velocidade de subida e descida com a velocidade direta e indireta de uma reação no equilíbrio, onde a constante quantidade de pessoas nos pisos é análoga às concentrações constantes.

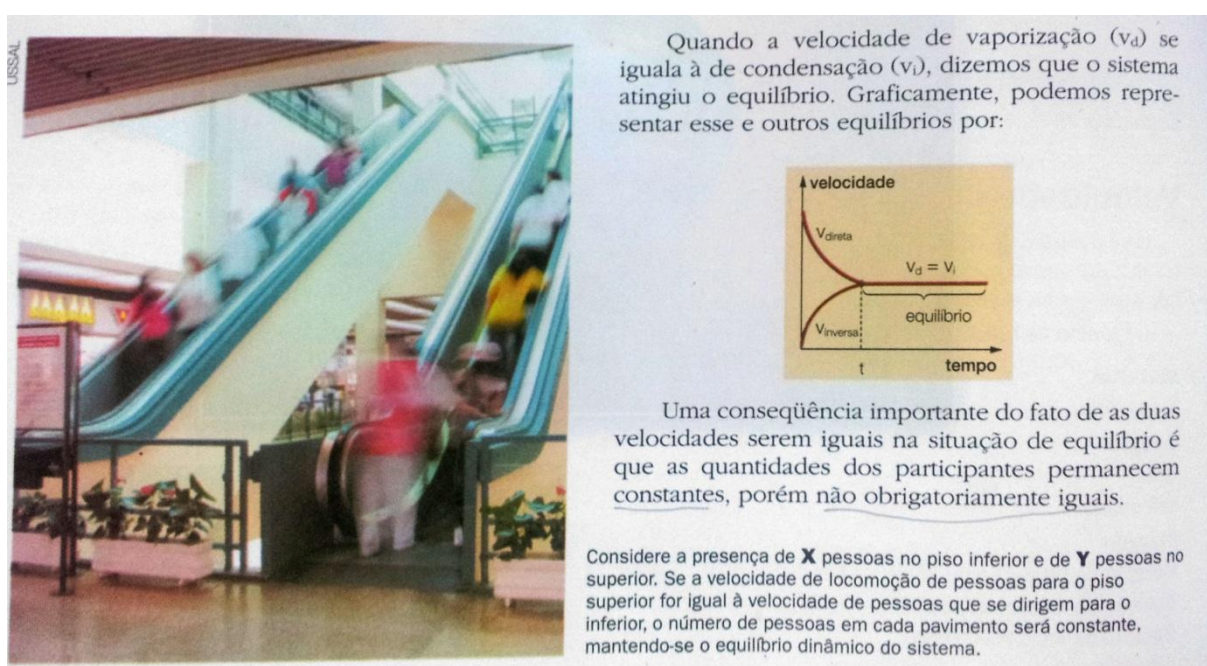


FIGURA 15 – Analogia escadas automáticas Usberco e Salvador (2006).

QUADRO 5 – Análise da analogia escadas automáticas

Conhecimento abordado		Dificuldade	
Conceito de equilíbrio químico	✓	<u>Visão compartimentada</u>	✓
Aspecto dinâmico	✓	<u>Alcance do equilíbrio</u>	
Igualdade de velocidades ao atingir o equilíbrio	✓	<u>Sistema não fechado</u>	✓
Concentrações constantes atingido equilíbrio	✓	<u>Quantidade-concentração</u>	
Reversibilidade	✓	<u>Humanização</u>	✓
Sistema fechado		<u>Catalisador</u>	
Dedução de uma constante		<u>Dinamismo</u>	✓
Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier		<u>Reversibilidade</u>	
Catalisador em um sistema em equilíbrio		<u>Constante de equilíbrio.</u>	
Rendimento de uma reação		<u>Alterações no equilíbrio</u>	

De forma subjetiva, a ilustração da analogia promove a ideia de acontecimentos de um processo reversível, onde uma pessoa pode ir ao piso superior e em outro momento voltar, porém isso não significa que seja uma boa relação. De forma clara a analogia permite que sejam relacionados os conceitos de equilíbrio químico, onde as velocidades das reações no equilíbrio são iguais e as concentrações das substâncias permanecem constantes. Porém ao analisarmos sua ilustração, a reversibilidade sugerida fornece a ideia da reação ocorrendo de forma direta e indireta, através das escadas de acesso aos pisos, onde uma pessoa pode transitar sempre que puder, mas numa reação essa ocorrência não ocorre de maneira direcionada com as escadas sugere nem ocorre de forma compartimentada representada pelos pisos superior e inferior como reagente e produtos, além de ocorrer em um ambiente que aparenta não ser fechado, afinal a quantidade de pessoas varia num espaço como este que lembra um shopping ou uma grande loja. Quanto à dificuldade provocada pelo dinamismo, a analogia se limita em representar o processo de colisões molecular ocorrido na reação, não há uma visualização nem muito menos um indução ao entendimento de que uma das reações ocorre inicialmente com maior velocidade e depois de uma quantidade formada de produtos a reação inversa ocorre e suas velocidades vão aumentando e diminuindo progressivamente.

Reis (2001) apresenta em seu livro uma analogia relacionada a um estacionamento de um grande centro de compras, Figura 16, na tentativa de relacionar um conceito familiar ao conceito de equilíbrio químico. De maneira bem clara e descritiva relaciona o funcionamento de transição de veículos à procura e preenchimento de vagas em um estacionamento como sendo um fenômeno dinâmico, no qual as moléculas se comportam na reação em equilíbrio. Primeiramente o autor explica que em um equilíbrio dinâmico há duas ou mais ações que ocorrem de forma contínua e ininterrupta, e que o estado de equilíbrio é atingido quando a velocidade dessas ações é igual, e isto é comparado com o movimento de ocupação e desocupação dos carros no estacionamento.

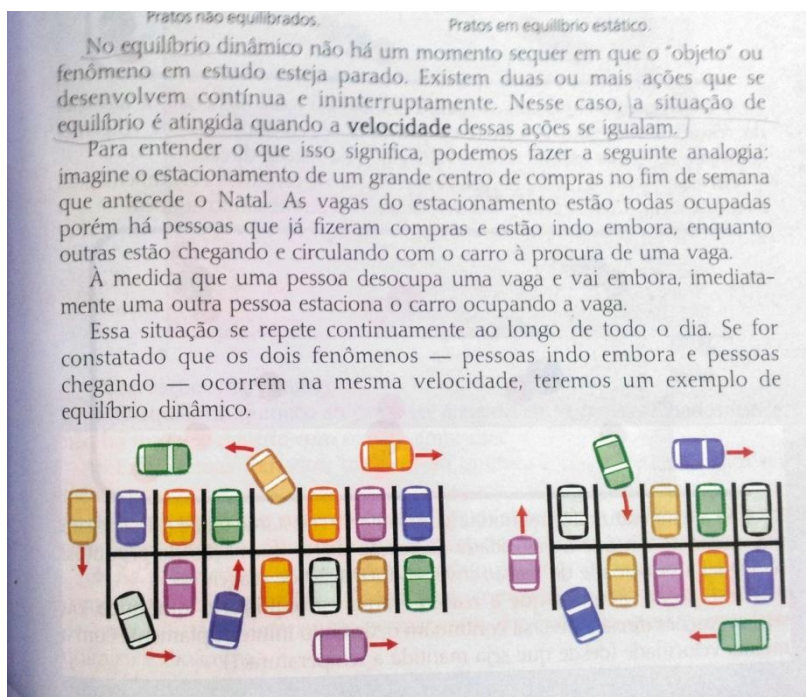


FIGURA 16 – Analogia estacionamento de Reis (2001).

QUADRO 6 – Análise da analogia estacionamento

Conhecimento abordado		Dificuldade
Conceito de equilíbrio químico	✓	<u>Visão compartimentada</u>
Aspecto dinâmico	✓	<u>Alcance do equilíbrio</u> ✓
Igualdade de velocidades ao atingir o equilíbrio	✓	<u>Sistema não fechado</u> ✓
Concentrações constantes atingido equilíbrio		<u>Quantidade-concentração</u>
Reversibilidade		<u>Humanização</u>
Sistema fechado		<u>Catalisador</u>
Dedução de uma constante		<u>Dinamismo</u> ✓
Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier		<u>Reversibilidade</u>
Catalisador em um sistema em equilíbrio		<u>Constante de equilíbrio.</u>
Rendimento de uma reação		<u>Alterações no equilíbrio</u>

Esta analogia é semelhante à usada por Ciscato e Pereira (2010), onde a entrada e saída de pessoas na boate tem a mesma proposta de representar duas ações ocorrendo, mas mantendo a constante quantidade dos participantes e suas velocidades de ocorrência. Na analogia da boate, a quantidade de 300 pessoas é determinada como constante, porém não é estipulada uma quantidade de carros que o estacionamento comporta, mas subjetivamente pode entender que há um número limite de vagas a partir do conhecimento familiar do que é um estacionamento, e logo uma quantidade limite de carros estacionados. Porém a quantidade de carros no estacionamento é variada, pois a entrada destes no local não é limitada quando se atinge o limite de vagas no local, há a continua entrada de veículos onde permanecem transitando a procura de uma vaga. Ou seja, há uma indução a sistema que não é fechado,

onde a quantidade de carros no estacionamento não é considerada constante ea ocupação e desocupação de veículos não são necessariamente ocorridas na mesma velocidade. O autor em um momento considera que a desocupação e a ocupação de uma vaga ocorrem na mesma velocidade, porém um momento posterior propõe a ideia de que os fenômenos que ocorrem na mesma velocidade é a entrada e saída de carros no local. Em relação ao dinamismo, torna-se muito subjetivo a compreensão de que a velocidade de ocupação dos carros as vagas começariam em maior extensão até que uma dada quantidade e tempo iniciam-se a desocupação de vagas e isso vai ocorrendo de forma progressiva até atingira mesma velocidade, mesmo assim, haverá um momento em que a velocidade de desocupação será maior e a de ocupação irá se extinguir.

O autor Feltre (1994) aborda de forma repetitiva com ilustrações variadas a comparação do uso de uma esteira, por uma pessoa, ao estado de equilíbrio químico como sendo um exemplo de equilíbrio dinâmico, Figura 17.

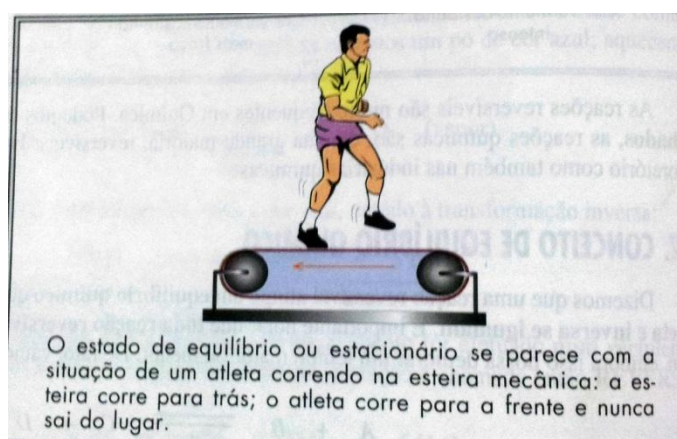


FIGURA 17 – Analogia esteira de Feltre (1994).

QUADRO 7 – Análise da analogia esteira por Feltre

Conhecimento abordado		Dificuldade	
Conceito de equilíbrio químico	✓	<u>Visão compartimentada</u>	
Aspecto dinâmico	✓	<u>Alcance do equilíbrio</u>	✓
Igualdade de velocidades ao atingir o equilíbrio	✓	<u>Sistema não fechado</u>	✓
Concentrações constantes atingido equilíbrio		<u>Quantidade-concentração</u>	
Reversibilidade		<u>Humanização</u>	
Sistema fechado		<u>Catalisador</u>	
Dedução de uma constante		<u>Dinamismo</u>	✓
Alteração do equilíbrio e/ou aplicação do princípio de Le Chatelier		<u>Reversibilidade</u>	✓
Catalisador em um sistema em equilíbrio		<u>Constante de equilíbrio.</u>	
Rendimento de uma reação		<u>Alterações no equilíbrio</u>	

Usando em sua maior parte analogias ilustrativa-verbais, o autor refere-se ao estado de equilíbrio como sendo a velocidade em que, a pessoa que usa a esteira, anda para frente e a velocidade que a esteira gira para o sentido oposto é igual. Porém o estado de equilíbrio químico não se limita determiná-lo por velocidade das reações direta e indireta iguais, a analogia não contempla alguma semelhança com as concentrações constantes depois de atingido o equilíbrio, somente que a pessoa na esteira permanece no mesmo local quando atingido o equilíbrio. Outro problema encontrado é sobre a ideia do aspecto dinâmico, ao usar uma esteira como analogia é proposto que desde o início até a estabilização da velocidade final, a velocidade da esteira acompanha a velocidade da pessoa, ou seja, diferente de uma reação que tende a atingir o equilíbrio químico, numa esteira nunca há uma diferença de velocidade entre a pessoa e a esteira até atingir o equilíbrio, sempre apresentam a mesma.

A mesma analogia da esteira é usada por Sardella (2007), Figura 18, onde de forma descritiva é comparado os mesmos atributos que Feltre realiza nos seus livros, a velocidade direta e inversa na reação seria o mesmo que a velocidade da esteira e a velocidade da pessoa. Como a analogia realiza esta comparação, há uma indução da formação da ideia de que a reversibilidade estaria atribuída a reação direta, ou formação de produtos, como sendo a velocidade no qual a pessoa caminha na esteira e que a reação indireta, formação de reagentes, seria a velocidade da esteira no sentido oposto a caminhada. Isso pode se dar pela representação das setas na reação apontando em sentido oposto para formação de produto e de reagentes e sua atribuição subjetiva ao sentido de caminhada e de giro da esteira.

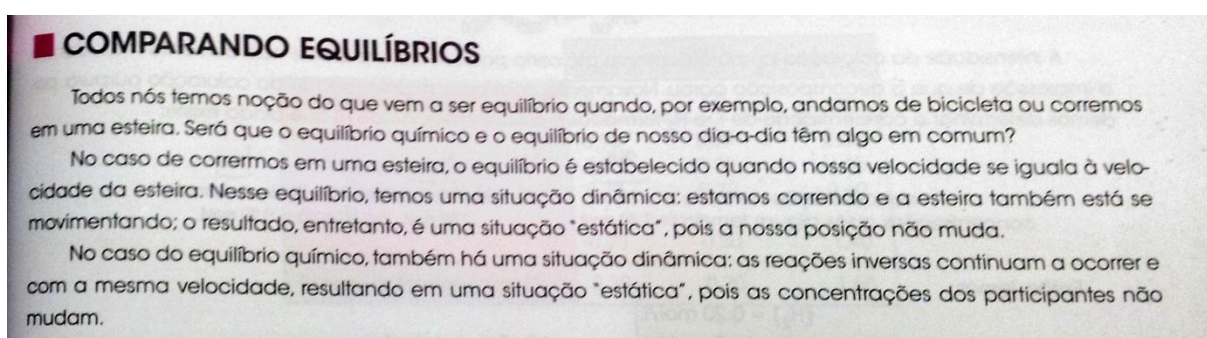


FIGURA 18 – Analogia esteira de Sardella (2007).

Depois de analisado todos os 37 livros, foram encontradas 19 analogias, no qual algumas se repetem de uma edição para outra do volume de um mesmo autor, ou uma mesma analogia é usada por autores diferentes, totalizando 27 analogias. Das 19 analogias encontradas têm-se os

seguintes conteúdos abordados por estas:

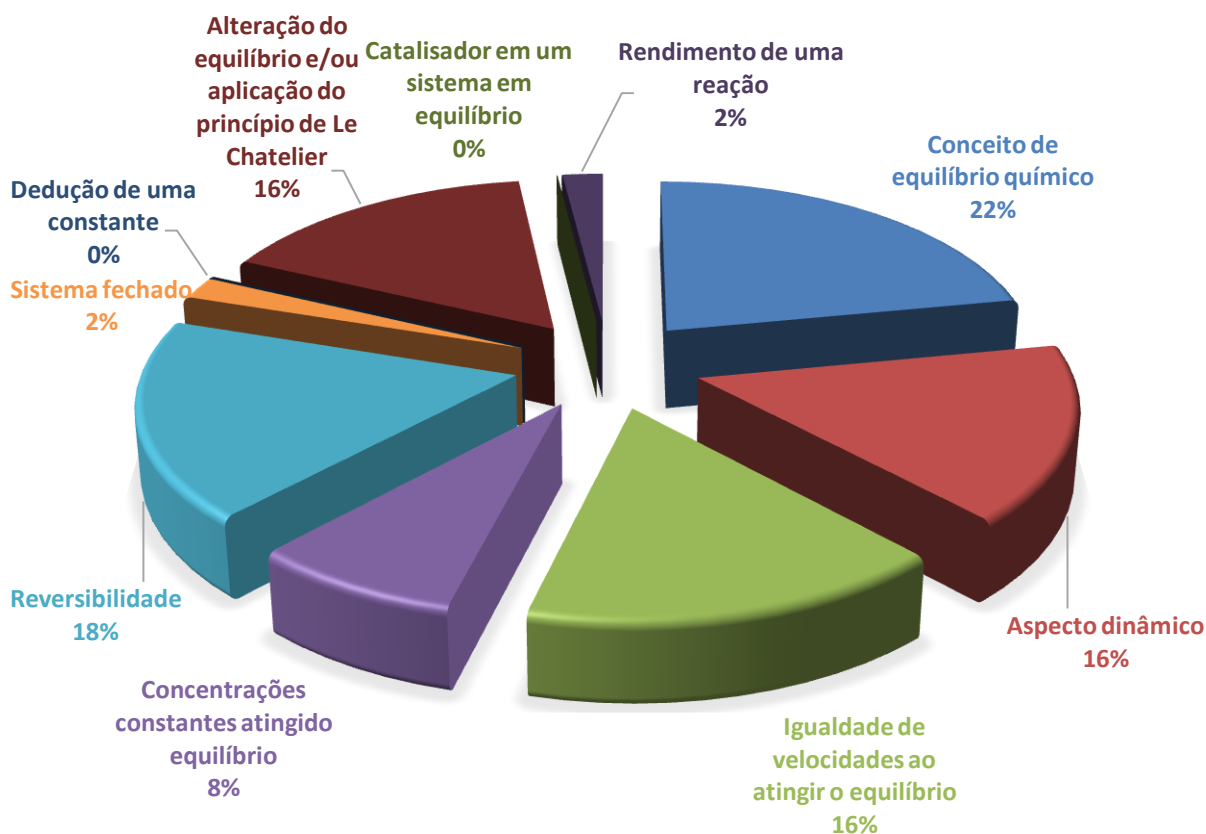


GRÁFICO 15 – Porcentagem de analogias que abordam determinado conhecimento.

Com exceção do conceito a respeito de dedução de uma constante e catalisador em um sistema em equilíbrio, todos os outros conteúdos no Gráfico 15 foram contemplados por alguma analogia. É visto que as analogias em sua grande parte tentam contemplar o conceito de equilíbrio químico, seja através da abordagem dos aspectos dinâmicos, da igualdade das velocidades das reações ao atingir o equilíbrio ou através do conceito de reversibilidade. Isso é mais bem observado quando visto que dos 19 tipos de analogias, 11 delas abordam o conceito de equilíbrio químico, ou seja, 22%, da mesma maneira pode ser visto que poucas são as analogias que contemplam ao conceito do sistema fechado quando atingido o equilíbrio, isso de certa maneira pode ser encarado como uma geração de problema para o entendimento do conceito de equilíbrio.

Como o que é mais relevante para o trabalho são os erros conceituais produzidos pelas analogias, analisam-se quais são os erros mais induzidos por essas analogias através do gráfico seguinte:

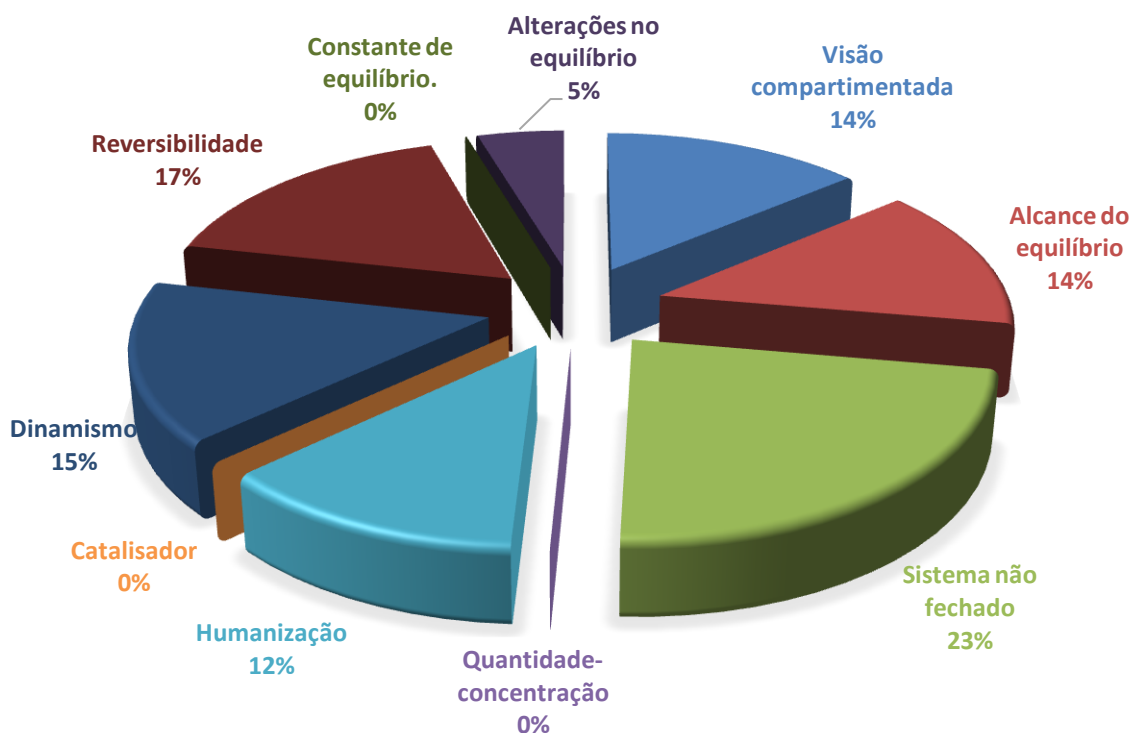


GRÁFICO 16 – Porcentagem de analogias que abordam determinado conhecimento.

A partir do Gráfico 16 é possível perceber que das 19 analogias, 23% estão relacionadas à indução de erros conceituais atribuídos ao sistema em que o equilíbrio se processa não está em um sistema fechado. Isso é um caso bem intrigante, pois ensinar o conceito de equilíbrio químico com uma analogia que propõem ao aluno um sistema que não é fechado é bastante incoerente. É visto que a reversibilidade e o dinamismo atingem, respectivamente, 11 e 10 analogias propondo conceitos distintos do que se é convencional pelos conceitos científicos, ou seja, cerca da metade das analogias reproduzem o equilíbrio químico ocorrendo simplesmente para um sentido das reações ou que realmente as reações são direcionadamente opostas, como também ocorrem do início da reação até o equilíbrio químico com sua reação direta e inversa ocorrendo na mesma velocidade. Estas se somam 32% dos erros conceituais induzidos. Outra bastante expressiva é a humanização, atribuindo comportamento de abelhas e carros como a das moléculas que interagem nas reações. O alcance do equilíbrio é relativamente expressivo, já que quase metade das analogias apontam para o problema de identificar uma reação em equilíbrio ou definir quando se chegou ao ponto de equilíbrio, não relacionando a velocidade das reações, sua dinamicidade microscópica, às concentrações constantes dos participantes, sendo observado por sua estabilidade macroscópica. A visão compartimentada também é induzida, não de maneira direta pelas

analogias, mas pelo fato de alguns alunos já expressar essa visão compartimentada que possuem dos participante de uma reação em equilíbrio, como visto na Figura 5, onde os estudantes apresentaram respostas ao questionário de Uehara (2005) com os participantes em recipientes diferentes, analogias como a das Abelhas e da Escada automática induziriam subjetivamente os estudantes a realmente imaginar o equilíbrio compartimentado. Temos, dessa maneira, uma quantidade expressiva de erros conceituais induzidos que transformam essas analogias desfavoráveis ao ensino de conceitos científicos sobre equilíbrio químico.

Classificado todas as 37 analogias encontradas, segundo os critérios selecionados por Silva Júnior (2012), a partir de Thiele e Treagust (1994), temos as seguintes informações a respeito dessas:

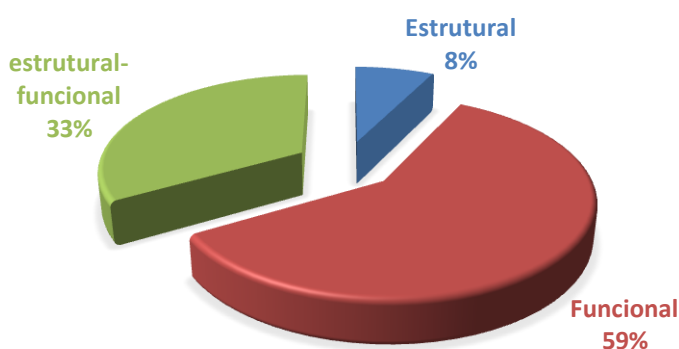


GRÁFICO 17 – Relação analógica.

Em sua maior parte, segundo os dados no Gráfico 17, as analogias compreenderam-se de forma funcional e estrutural-funcional em 92%, comparado a preferência dos professores, no Gráfico 10, que totalizam 82%, esses valores são bem próximos, dando a ideia de coerência sobre que tipo de relação analógica os professores preferem e o perfil das analogias encontradas no equilíbrio químico. Porém, a preferência da relação analógica dos professores foi especificamente por analogias do tipo estrutural-funcional, 73%, enquanto as analogias encontradas nos livros didáticos compreendem em 59% do tipo funcional.

Em relação ao formato de apresentação, enquanto os professores apresentavam maior interesse por analogias do ilustrativo-verbal, cerca de 80% no Gráfico 11, as analogias encontradas nos livros didáticos, Gráfico 18, se mostraram, cerca de 70%, da mesma maneira. Isso pode ser encarado como ponto positivo ao uso dos professores as analogias neste tema.

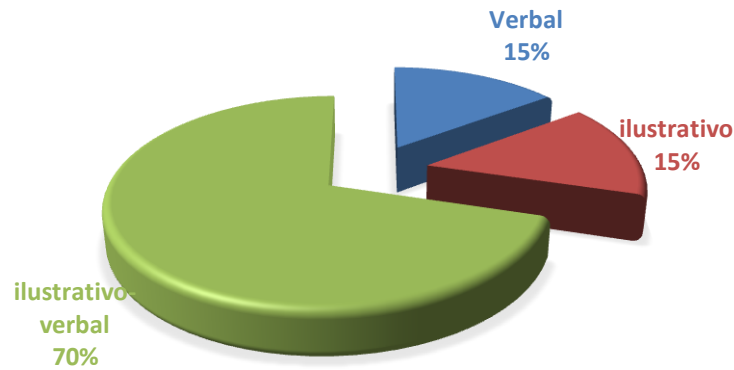


GRÁFICO 18 – Formato de apresentação.

Comparando o Gráfico 19 com o Gráfico 12, preferência dos professores em relação ao nível de apresentação das analogias, é visto que a maior parte das analogias se apresentou de forma concreta-abstrata de acordo com o preferido dos professores ao selecionar uma analogia para ensinar um conceito.

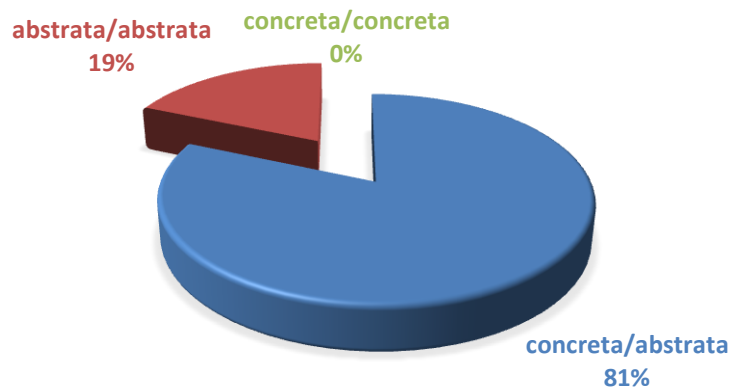


GRÁFICO 19 – Nível de apresentação.

Da mesma maneira que 83% há preferência dos professores, 85% das analogias encontradas nos livros são simples, Gráfico 20.

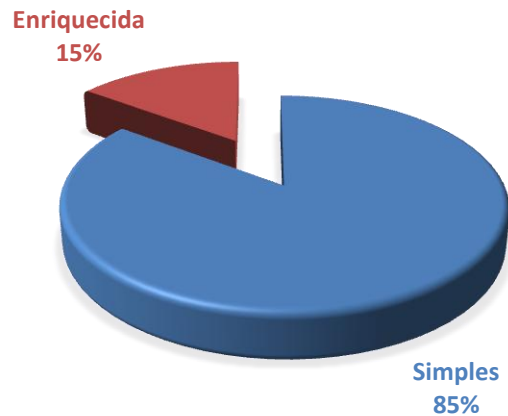


GRÁFICO 20 – Nível de enriquecimento.

No Gráfico 21 é possível notar que os dados indicam quais analogias trazem discussão sobre as limitações que apresentam em seus atributos, ou seja, 93% das analogias encontradas não apresentam um mínimo comentário elucidando alguns limites dos seus atributos, porém, no Gráfico 14 é visto que 92% dos professores discutem as limitações presentes das analogias ao usarem-nas. Isso, de certa maneira, apresenta um lado positivo quando observado que os professores fazem esse papel na falta dos autores, porém a interpretação do professor pode se distanciar do propósito do autor no uso de um determinado atributo em sua abordagem.



GRÁFICO 21 – Discussão de limitações.

De maneira geral, as analogias encontradas nos livros didáticos convergem em alguns pontos em sua classificação com as preferências dos professores ao realizar uma análise prévia ao usá-las para o ensino de um conhecimento, e isso pode ser encarado como um ponto favorável na realização do uso dessas analogias para a aprendizagem dos estudantes e o trabalho dos professores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento de informações proposto por esta pesquisa a respeito da utilização de analogias como recurso didático por professores do Ensino Médio, é visto que mesmo que alguns pesquisadores sobre o assunto apresentem uma opinião receosa sobre o uso desta ferramenta cognitiva, cerca de 90% dos professores entrevistados acreditam na facilitação da aprendizagem através das analogias e na mesma proporção as utilizam como recurso em suas aulas. Isso está de acordo com Duarte (2005), que afirma que vários autores têm acentuado o uso das analogias como uma ferramenta de ensino e aprendizagem das ciências.

Quando se trata dos livros didáticos, há um equilíbrio na quantidade dos professores que optam por livros que abordam em maior extensão o uso de analogias e apenas um pouco mais da metade daria preferência a livros que utilizassem em grande escala dessa ferramenta. É visto que mesmo acreditando na facilitação da aprendizagem dos estudantes pelo uso de análogos, a analogia não é prioritariamente um recurso de seleção utilizado para escolha de um livro pelos professores, e sim acreditam ser uma ferramenta eficaz oriunda destes. E isto se confirma quando 65% dos professores afirmam reproduzir das analogias encontradas nos livros didáticos em suas aulas, além de incluírem as analogias como um recurso didático em seus planejamentos de aula. Os dados levam a crer que uma parte considerável das analogias utilizadas pelos professores em sala de aula são oriundas dos livros didáticos.

Enquanto um pouco mais de 60% dos professores reproduzem as analogias encontradas nos livros didáticos, cerca de quase todos os professores elaboram suas próprias analogias, e não a fazem de maneira sistemática, pois geralmente realizam de maneira improvisada em sala de aula. Porém, metade dos professores utiliza de alguma sistematização para selecionar uma analogia, ou seja, dos professores que as incluem no seu planejamento de aula, uma parte usa de algum critério para selecioná-las para utilizar em sua aula, enquanto existe outra parte que não se atenta a isso. Dos professores que criam suas analogias improvisadas, é bastante improvável que utilizem de alguma sistematização no momento da criação ou escolha de uma analogia para sanar um problema de aprendizagem no momento da aula, tendo em vista o tempo para a tomada de uma postura mais reflexiva a respeito do seu uso para determinado conteúdo. Desses professores que utilizam de algum sistema para selecionar analogias para aplicação, foi visto que apresentam preferência as analogias do tipo ilustrativo-verbal, concreta-abstrata, simples, estrutural-funcional e discutem suas limitações.

Quase todos os professores acreditam que ao usar uma analogia promoveram uma facilitação da aprendizagem. Porém, só metade afirmou avaliar os estudantes para analisar se houve o real aprendizado a partir deste meio. Ainda assim, cerca de 90% dos professores se atentam a buscar o uso de analogias que apresentam análogos familiares aos estudantes.

Os professores quando buscam uma maior familiaridade da analogia com o estudante, diminuem as possibilidades de o estudante ter como foco a analogia tentando compreender inicialmente os análogos, esquecendo-se de relacionar ao conceito alvo e com isso promovendo erros conceituais por relações equivocadas dos atributos. Com isso, a familiaridade é um critério bem acentuado entre os professores ao selecionar uma analogia, diminuindo assim a propensão da geração de erros conceituais.

Tratando das analogias encontradas, analisadas e sua relação com o conteúdo abordado, pode-se afirmar que induzem os professores a promoverem erros conceituais nos estudantes. Todas as analogias que foram analisadas apresentaram pelo menos um erro conceitual para propor aos estudantes.

Dos professores entrevistados, viu-se que quase todos acreditam na facilitação da aprendizagem dos estudantes pelo uso de analogias, e com isso, usam analogias oriundas de livros didáticos de química do Ensino Médio nessa perspectiva. Isso deixa evidente a importância da análise das analogias presentes nesta ferramenta de ensino que é o livro. Com isso, das analogias analisadas no tema de equilíbrio químico foi visto que todas induzem os estudantes ao erro conceitual, seja trazendo de forma objetiva ou subjetiva, por um atributo, dois ou mais. Afinal, foi visto que todas as analogias traziam erros conceituais. Mas é necessário deixar claro, que o fato de uma analogia trazer um erro conceitual, como a analogia das abelhas traz a ideia de compartimentação com abelhas em duas porções de mel distintas em um recipiente fechado, pode não induzir o estudante a tal erro e compreender os atributos e conhecimentos abordados sem absorver este erro. Mas, quando pensamos em um homem que ao tentar ligar a televisão através do controle remoto ao pressionar o botão vermelho, enquanto o restante é da mesma cor, e descobre que não funciona porque ali é o botão “closed caption”, percebem-se como algumas coisas podem de certa maneira induzir ao erro. Com isso, a discussão das limitações é bastante importante, ou seja, ser avisado que ali não é o botão de liga/desliga seria um início de discussão. É visto que quase todas as analogias encontradas não acompanham apontamentos sobre suas limitações, isso pode ser considerado negativo pra aprendizagem de um estudante caso não tenha ajuda de um professor, pois terá apenas suas interpretações que podem não estar de acordo com o correto, enquanto com o

auxílio de um professor isso pode ter um caráter mais positivo, tendo em vista que a maioria afirma discutir as limitações de uma analogia.

Porém, quando se questiona como se pode está certo que ao usar uma analogia destas realmente irá ocorrer à indução de um aluno em atribuir erros conceituais e não somente a facilitação de sua aprendizagem. Isso pode ser claramente concluído quando visto que boa parte dos professores não procura avaliar os estudantes após o uso de uma analogia, ou seja, os erros conceituais apontadas em cada tabela na respectiva analogia encontrada para o assunto de equilíbrio químico são, de certa maneira, claros em alguns momentos e subjetivos em outros, porém sem uma avaliação ou algum tipo de averiguação junto aos estudantes, não é possível saber até que ponto o estudante atribuiu o conceito de maneira correta ou apenas erros conceituais, contudo, se foram erros conceituais os professores não os auxiliaram na explicação de suas limitações, e dessa maneira pode ser entendido que o uso dessas analogias, com grande número de erros conceituais a transmitir, se não existe uma discussão junto aos estudantes poderão causa erros conceituais que dificultarão a sua aprendizagem, pois estes erros irão confundir até mesmo aqueles conceitos corretos sugeridos beneficamentepelas analogias.

De maneira geral, o uso de analogias oriundas dos livros didáticos acontece e muitas vezes ocorrem de maneira aleatória e improvisada, no qual os professores acreditam que o uso desta ferramenta é um facilitador da aprendizagem dos estudantes. Porém, através desta pesquisa, foi visto que as analogias dos livros analisados, quase nunca trazem de orientações sobre as limitações de seus atributos, onde um estudante sem a ajuda de um professor poderá está absorvendo bastantes dificuldades com erros conceituais trazidas por elas.

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**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 231-245, dez. 2000.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, p. 675-678.2001.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu, Rio de Janeiro: Contraponto, 1996, 316p. Tradução de: La formation de l'esprit scientifique: contribution a une psychanalyse de la connaissance. Paris/FRA: Librairie Philosophique J. Vrin, 1938.
- BROWN, D.; CLEMENT, J. Overcoming Misconceptions via Analogical Reasoning: Abstract Transfer versus Explanatory Model Construction. **Instructional Science**, Dordrech, v. 4, n.18, p. 237-261, set. 1989.
- CARRAHER, D. W. **Senso crítico: do dia-a-dia às ciências humanas**. São Paulo: Pioneira.1983.
- CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad(Parte I): Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. **Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 2, n. 2, p. 183-208, 2005.
- COLLINS, A.; BURSTEIN, M. Afterword: A framework for a Theory of Comparison and Mapping. In Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**, Cambridge: Cambridge University Press, p. 546-565. 1989.
- CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. The Use of Analogies in Written Text. **Instructional Science**, Dordrech, v.13, n. 2, p.99-117, 1984.
- DAGHER, Z. Analysis of Analogies Used by Science Teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, East Lansing, v. 32, n. 3, p. 259-270.1995.
- DEJONG, G. The Role of Explanation in Analogy; or, The Curse of an Alluring Name. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University, p. 346-365. 1989.
- DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 7-29. 2005.
- DUIT, R. On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, Madison, v. 75, n. 6, p. 649-672. 1991.
- FRANCISCO, W.E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 121-143. 2009.
- GENTNER, D.. The Mechanisms of Analogical Learning. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 199-241. 1989.

GIORDAN, A.; DE VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre: ARTMED, 1996.

GONZÁLEZ-LABRA, M. **Aprendizaje por analogía**: Análisis del proceso de Inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos. Madrid: Trotta, 1997.

GLYNN, S. M. Explaining science concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In: S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), **The psychology of learning science**, Hillsdale: Erlbaum, p. 219-240. 1991.

GLYNN, S. M. Methods and strategies: Teaching with analogies. **Science and Children**, Arlington, v. 44, n. 8, p. 52-55. 2007.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics. **Journal of Research in Science Teaching**, East Lansing, v. 30, n. 10, p. 1291-1307. 1993.

JOHNSON-LAIRD, P. Analogy and the Exercise of Creativity. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 313-331. 1989.

JUSTI, R.S. **Models in the Teaching of Chemical Kinetics**. The University of Reading. 1997.

LAWSON, A. E. The importance of analogy: a prelude to the special issue. In: **Journal of Research in Science Teaching**, East Lansing, v.30, n.10, p.1291-1307, 1993.

LIMA, A. A.; NUÑEZ, I. B. Aprendizagem por modelos: utilizando modelos e analogias. In: NUÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática**: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, p. 245-264. 2004.

LIMA, J. J. Compreensão das analogias no pensamento de Tomás de Aquino. **Alétheia: Revista de estudos sobre Antiguidade eMedievo**, Natal, v. 1, p. 71-80, jan/jul. 2010.

LOPES, A. R. C. Bachelard: o filósofo da desilusão. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n.3, p. 248-273. 1996.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 18-20, 1996.

MOL, G.S. **O uso de analogias no ensino de Química**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília, Brasília. 1999.

MONTEIRO, I.V.; JUSTI, R. Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 67-91. 2000.

NAGEM, R.; CARVALHAES, D.; DIAS, J. Uma Proposta de Metodologia de Ensino com Analogias. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197-213. 2001.

NEWTON, D. Supporting Understanding with Analogies. In: _____. **Teaching for understanding**: what it is and how to do it. London: RoutledgeFalmer, p. 71-85. 2000.

OLIVA, J.M.; ARÁGON, M.; MATEO, J. et al. Una Propuesta Didáctica basada en la Investigación para el Uso de Analogías en la Enseñanza de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 3, p. 453-470. 2001.

PALMER, S. Levels of Description in Information-Processing Theories of Analogy. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**, Cambridge: Cambridge University Press, 332-345. 1989.

PEREIRA, M. **Equilíbrio químico. Dificuldades de aprendizagem y sugerencias didácticas**. 2 ed. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Química, 1990.

PERELMAN, C. **O Império Retórico – Retórica e Argumentação**. Porto: Edições ASA. 1993.

POZO, J. I.; GÓMEZ-CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madrid: Morata, 1998.

QUÍLEZ, J.P, SANJOSÉ, V. Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del principio de Le Chatelier. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 13, n. 1, p. 72-80, 1995.

RAVIOLO, A.; GARRITZ, A. Analogias no Ensino do Equilíbrio Químico. **Química nova na escola**. n. 27, fev, 2008.

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

ROCHA, A.; et al. Propuesta para la enseñanza del equilibrio químico. **Educación Química**. Mexico, v. 11, p. 343-351, 2000.

RUMELHART, D.; NORMAN, D. Analogical Processes in Learning. In: Anderson, J.(Eds.). **Cognitive skills and their acquisition**. Hillsdale: Erlbaum, p. 335-359. 1981.

SILVA, L. P. S.; LIMA, A. A.; SILVA, S. A. As analogias no ensino de química: uma investigação de sua abordagem nos livros didáticos de química do ensino médio. **XV Encontro nacional de ensino de química**. jul. 2010.

SILVA, M. G. L.; NUÑEZ, I. B. Concepções alternativas dos estudantes. **Instrumentação para o ensino de química II**. v. 4, 2007.

SILVA JÚNIOR, O. J. O uso de analogias como ferramentas de ensino a partir de analogias encontradas em livros didáticos do Ensino Médio. **Anais 4º Simpósio do PPGQ/ IQ-UFRN**. Natal, 2012.

SILVA, S. M. **Concepções alternativas de calouros de química sobre conceitos fundamentais da química geral**. Porto Alegre, 135 p. 2008.

SPIRO, R.; FELTOVICH, P.; COULSON, R.; et al. Multiple Analogies for Complex Concepts: Antidotes for Analogy-Induced Misconception in Advanced Knowledge Acquisition. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**, Cambridge: Cambridge University Press, p. 498-531. 1989.

THAGARD, P. Analogy, Explanation, and Education. **Journal of Research in Science Teaching**, East Lansing, v. 29, p. 537-544. 1992.

THIELE, R.; TREAGUST, D. The Nature and Extent of Analogies in Secondary Chemistry Textbooks. **Instructional Science**, v. 22, p. 61-74. 1994.

THIELE, R.; VENVILLE, G.; TREAGUST, D. A Comparative Analysis of Analogies in Secondary Biology and Chemistry Textbooks Used in Australian Schools. **Research in Science Education**, v. 25, n. 2, p. 221-230. 1995.

TREAGUST, D.; DUIT, R.; JOSLIN, P. et al. Science Teachers' Use of Analogies: Observations from Classroom Practice. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 4, p. 413-422. 1992.

TREAGUST, D.; HARRISON, A.; VENVILLE, G. Using an Analogical Teaching Approach to Engender Conceptual Change. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 2, p. 213-229. 1996.

UEHARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo de equilíbrio químico**. Natal, 101 p. 2005.

VOSNIADOU, S. Analogical Reasoning as a Mechanism in Knowledge Acquisition: a Developmental Perspective. In: Vosniadou, S. & Ortony, A. (Eds.). **Similarity and Analogical Reasoning**, Cambridge: Cambridge University Press, p. 413-437. 1989.

VOSNIADOU, S.; Ortony, A. **Similarity and Analogical Reasoning**: a Synthesis. 1989.

ZAMBON, L. B.; PICCINI, I. P.; TERRAZZAN, E. A. Comparando a utilização de analogias em livros didáticos para a educação em ciências. **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009.

ANEXOS

Anexo 1 – Livros analisados

1. CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luís Fernando. **Planeta química: físico-química**. São Paulo: Ática, 2010. 1 ed. V 2.
2. NOVAIS, Veras.
 - 2.1. NOVAIS, Vera. Química 2 – físico-química e química ambiental. V 2. São Paulo: Atual, 1993.
 - 2.2. NOVAIS, Veras. **Química**. São Paulo: Atual, 2000. Volume único.
3. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard.
 - 3.1. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química. Volume único. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2002. Volume único.
 - 3.2. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química-físico-química. São Paulo: Saraiva, 2009. V 2. 12 ed.
 - 3.3. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química-físico-química. São Paulo: Saraiva, 2006. V 2. 10 ed.
 - 3.4. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química ESSENCIAL. São Paulo: Saraiva, 2003. V 2. 2 ed.
 - 3.5. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química. Volume único. 8 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. Volume único.
 - 3.6. USBERCO, João; SALVADOR, Edgard. Química. Volume único. 7 ed. São Paulo: Saraiva, 2006. Volume único.
4. PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite.
 - 4.1. PERUZZO, Tito Miragaia; CANTO, Eduardo Leite. Química na abordagem do cotidiano. Volume único. São Paulo: Moderna, 1996. 1 ed.
 - 4.2. PERUZZO, Tito Miragaia; CANTO, Eduardo Leite. Química. São Paulo: Moderna, 1999. Volume único. 1 ed.
 - 4.3. PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite. Química na abordagem do cotidiano – físico-química. São Paulo: Moderna, 2003. v 2. 3 ed.
 - 4.4. PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite. Química na abordagem do cotidiano. Volume único – físico-química. São Paulo: Moderna, 2006. 4 ed.
 - 4.5. PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite. Química na abordagem do cotidiano. São Paulo: Moderna, 2009. V 2. 5 ed.
5. NEHMI, Victor. Química 2º grau. Volume único. São Paulo: Ática, 1995.
6. REIS, Martha.
 - 6.1. REIS, Martha. Completamente química – físico-química. São Paulo: FTD, 2001
 - 6.2. REIS, Martha; FONSECA, Marques. Química - físico-química. São Paulo: FTD, 1992.
7. FELTRE, Ricardo.
 - 7.1. FELTRE, Ricardo. Química – Físico-química. São Paulo: Moderna, 1994. v 2. 4 ed.
 - 7.2. FELTRE, Ricardo. Fundamentos da química: química, tecnologia e sociedade. São Paulo: Moderna, 1994. Volume único, 4 ed.
 - 7.3. FELTRE, Ricardo. Química – Físico-química. São Paulo: Moderna, 2004. v 2. 6 ed.
 - 7.4. FELTRE, Ricardo. Química – Físico-química. São Paulo: Moderna, 2008. v 2. 7 ed.
8. NETTO, Carmo Gallo. Química básica 2 – físico-química. São Paulo: Scipione, 1989.
9. SARDELLA, Antônio.
 - 9.1. SARDELLA, Antônio. Curso completo de química. São Paulo: Ática, 2002. Volume único. 3 ed.

- 9.2. SARDELLA, Antônio. Novo ensino médio. São Paulo: Ática, 2000. Volume único. 2 ed.
- 9.3. SARDELLA, Antônio; FALCONE, Marly. Química. São Paulo: Ática, 2007. Volume único. 1 ed.
- 9.4. SARDELLA, Antônio. Físico-química. São Paulo: Ática, 2002. v 2. 20 ed.
10. CARVALHO, Geraldo Camargo; SOUZA, Celso Lopes.
- 10.1. CARVALHO, Geraldo Camargo; SOUZA, Celso Lopes. Química de olho no mundo do trabalho. São Paulo: Scipione, 2003. Volume único.
- 10.2. CARVALHO, Geraldo Camargo. Química moderna. São Paulo: Scipione, 1997. Volume único.
- 10.3. CARVALHO, Geraldo Camargo. Química moderna. São Paulo: Scipione, 1997. Volume único. 1 ed. 8° reimpressão, 2002.
- 10.4. CARVALHO, Geraldo Camargo. Química moderna – físico-química , química inorgânica descritiva. São Paulo: Scipione, 1999. v 2. 3 ed.
- 10.5. CARVALHO, Geraldo Camargo. Química moderna – físico-química , química inorgânica descritiva. São Paulo: Scipione, 2005. v 2. 3 ed.
11. LEMBO, Antônio. Química.
- 11.1. LEMBO, Antônio. Química, realidade e contexto: físico - química e radioatividade. São Paulo: Ática, 2007. V 2, 3 ed.
- 11.2. LEMBO, Antônio. Química, realidade e contexto: físico - química e radioatividade. São Paulo: Ática, 2006. V 2, 3 ed.
- 11.3. LEMBO, Antônio. Química, realidade e contexto. São Paulo: Ática, 2006. Volume único, 1 ed. 7 reimpressão.
12. MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. Química. São Paulo: Scipione, 2007. Volume único, 1 ed.
13. ROCHA, Otavio. Unificado un. Porto Alegre: Grafisa, 1978. v 5.
14. CHASSOT, Attico I.; CHASSOT, Dione C. Ciências físicas, químicas e biológicas – química I. Porto Alegre: Globo, 1981. V 4, 2 ed.

Anexo 2 – Questionário de entrevista aos professores

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Centro de Ciências Exatas e da Terra
 Instituto de Química
 Programa de Pós-graduação

Pesquisa: O uso de analogias no Ensino de Química: Facilitação da aprendizagem ou transmissão de erros conceituais?

QUESTIONÁRIO

Uma analogia é uma correspondência em alguns aspectos entre os conceitos, princípios, ou formulas de outra forma diferente. Mais precisamente, um mapeamento entre as características semelhantes às dos conceitos, princípios e fórmulas. (p 383)

Glynn, Britton, Semrud-Clikeman & Muth (1989)

(a ser aplicado com professores do ensino médio e alunos de licenciatura em estágio)

- 1) Em sala de aula, você se utiliza de analogias ? () Sim () Não
- 2) Você considera o uso de analogias como um elemento (fator) facilitador da aprendizagem ? () Sim () Não
- 3) Você entende que os livros didáticos deveriam utilizar, em maior extensão, as analogias ? () Sim () Não
- 4) Quando da adoção de um livro didático, você daria preferência a um que se utilizasse em larga escala de analogias ? () Sim () Não

Caso utilize analogias:

- 5) O emprego das analogias a serem utilizadas, faz parte do seu planejamento da aula ? () Sim () Não
- 6) Você reproduz analogias que encontrou nos livros didáticos ? () Sim () Não
- 7) Você elabora (cria) suas próprias analogias ? () Sim () Não
- 8) Você alguma vez já elaborou, de maneira improvisada, uma analogia, em sala de aula, para responder a pergunta formulada por um aluno ? () Sim () Não
- 9) Ao utilizar uma analogia em sala de aula, você percebe que esse recurso facilitou o entendimento por parte do aluno ? () Sim () Não

10) Alguma vez, quando da realização de uma avaliação ou em conversa com alunos, você chegou a constatar que uma analogia anteriormente utilizada, havia levado o aluno a entender de maneira errada determinado conteúdo ?

Sim Não

11) Quando utiliza uma analogia em sala de aula, você considera uma relação de familiaridade da analogia com os conhecimentos prévios do aluno?

Sim Não

12) Você utiliza algum(s) parâmetro(s) para selecionar uma analogia quando vai usa-la como instrumento de ensino? Sim Não

Caso responda sim:

12.1) Sobre a relação analógica, você prefere o uso de analogia do tipo:

estrutural funcional estrutural-funcional

A relação é dita estrutural quando o análogo e o alvo “poderiam possuir a mesma aparência física geral ou ser similarmente construídos” (Curtis e Reigeluth, 1984, p.103). Por outro lado, uma relação funcional é aquela em que “a função ou comportamento do análogo é atribuída ao alvo” (Thiele e Treagust, 1994, p. 67). Uma relação estrutural/funcional é aquela que “combina relações estruturais e funcionais” (Curtis e Reigeluth, 1984, p.103).

12.2) Sobre o formato de apresentação, você prefere o uso de analogia do tipo:

verbal ilustrativa ilustrativo-verbal

A analogia foi considerada ilustrativo-verbal quando algum tipo de ilustração, além do texto, representava o análogo. Analogias descritas unicamente pelo texto foram consideradas verbais (Thiele e Treagust, 1984).

12.3) Sobre o nível de apresentação, você prefere o uso de analogia do tipo:

concreta/abstrata abstrata/abstrata concreta/concreta

Quando concreta/abstrata a natureza do análogo era concreta e a do alvo era abstrata (Curtis e Reigeluth, 1984). Por outro lado, quando a natureza de ambos, análogo e alvo, era abstrata ou concreta, a condição da analogia foi considerada como abstrata/abstrata e concreta/concreta, respectivamente (Curtis e Reigeluth, 1984)

12.4) Sobre o nível de enriquecimento, você prefere o uso de analogia do tipo:

simples enriquecida

uma analogia foi dita simples quando o domínio da analogia era conectado ao domínio alvo através de expressões do tipo 'é como', 'pode ser comparado a', 'é semelhante a'. Por outro lado, uma analogia foi dita enriquecida quando algum dos atributos compartilhados eram explicitados (Curtis e Reigeluth, 1984).

12.5) Você discute suas limitações?

Sim Não

*A discussão de qualquer **limitação** ou alerta para os alunos sobre a possibilidade de ocorrência de entendimentos não adequados." (Curtis e Reigeluth, 1984)*