

## POTENCIAIS E LIMITES DAS ANALOGIAS NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA DISCUSSÃO NO PROCESSO FORMATIVO DE FUTUROS PROFESSORES DE QUÍMICA

*Potential and limits of analogies teaching of chemical equilibrium in basic education: a discussion on formation process of future teachers of chemistry*

**Ladjane Pereira da Silva Rufino de Freitas** [ladjanepsbr@ufcg.edu.br]

*Universidade Federal de Campina Grande - UFCG*

*Centro de Educação e Saúde, Unidade, CEP: 58.175-000, Cuité, Paraíba, Brasil.*

**Analice de Almeida Lima** [analice05@bol.com.br]

*Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE*

*Departamento de Educação, Dois Irmãos - CEP: 52.171-900 - Recife/PE, Brasil.*

### RESUMO

Este trabalho buscou investigar o grau de percepção de estudantes de um curso de licenciatura em química sobre as potencialidades e limites do emprego de analogias no ensino da química no tema equilíbrio químico e promover uma discussão sobre as contribuições de um processo formativo no preparo desses futuros professores quanto ao uso das analogias como recurso de ensino. Os instrumentos para construção dos dados foram aplicação de um questionário semiestruturado e observações *in locus* das apresentações dos estudantes. Os resultados apontaram que apesar desses licenciandos reconhecem as analogias um recurso didático com um bom potencial no auxílio ao ensino-aprendizado da química, desconhecem seus limites e as desvantagens de sua utilização. Os resultados desta pesquisa sugerem um preparo mais adequado a respeito desse recurso na formação inicial do professor de química.

**Palavras-Chave:** Analogias; Ensino de Química; Formação Inicial.

### ABSTRACT

This study investigated the degree of perception of students of a degree course in chemistry on the potential and limits of the use of analogies in the teaching of chemistry in the topic chemical equilibrium; and promote a discussion on the contributions of a training process to prepare these future teachers on the use of analogies as a teaching resource. The tools to build data were applying a semi-structured questionnaire and observations in locus of student presentations. The results showed that despite these undergraduates recognize the analogies a didactic resource with good potential to aid the teaching and learning of chemistry know their limitations and disadvantages of their use. These results suggest a more appropriate preparation on this feature in the initial training of teachers of chemistry.

**Keywords:** Analogies; Chemistry Teaching; Initial Formation.

### 1 Introdução

Apesar do desenvolvimento de novos materiais didáticos e estratégias de ensino que facilitem o ensino-aprendizado, ainda é grande as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes de química da educação básica. Especialistas em educação, concordam que, além da química ser uma ciência que ancora a maioria de seus conceitos numa perspectiva bastante abstrata, se fazendo necessário o uso de ferramentas que auxiliem esse processo de abstração, a maioria dos professores de química demonstram dificuldades em fazer uma relação adequada dos conceitos químicos trabalhados em sala de aula com o cotidiano do estudante (SANTOS; MORTIMER, 1999; SILVA; MARCONDES, 2010; WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). A desarticulação com o cotidiano dos estudantes, os levam, na maioria das vezes, a não

ver sentido no que estudam. Os conteúdos trabalhados de forma descontextualizada, tornam os conceitos distantes da realidade e de difícil compreensão, não despertando o interesse e a motivação dos mesmos.

Nesse sentido, as analogias têm aparecido na literatura como um dos recursos indispensáveis no auxílio da compreensão de conceitos que permeiam campos mais abstratos da ciência, como é o caso da química (JUSTI; MENDONÇA, 2008; CARMO, 2006; CARVALHO; JUSTI, 2005; ROCHA, 2007). Duval (2004) ao considerar as representações semióticas, sua pluralidade, coloca que deve-se ser levado em conta a importância dessas diversidades em relação ao ensino das ciências.

### **1.1 As Analogias no Estudo do Equilíbrio Químico**

Em relação a complexidade de alguns conceitos químicos, a literatura tem apresentado vários trabalhos (MENDONÇA; JUSTI; FERREIRA, 2005; RAVIOLO; GARRITZ, 2008; SOUZA; CARDOSO, 2008; GOMES; RECENA, 2008; MILAGRE; JUSTI, 2001; HARRINSON; JONG, 2005; FABIÃO; DUARTE, 2005), com pesquisas voltadas para as dificuldades dos estudantes na aprendizagem de conceitos ligados ao conteúdo de equilíbrio químico, segundo esses trabalhos, o tema equilíbrio químico tem se apresentado no estudo da química como um dos conteúdos de maior grau de dificuldade de aprendizagem e gerador de erros conceituais por parte dos estudantes do Ensino Médio.

Para Mendonça, Justi e Ferreira (2005) a compreensão correta desse conceito se faz necessária para a fundamentação de várias discussões que levam ao entendimento de fenômenos e processos que articulam temas como reação química, reversibilidade de reações, entre outros.

Quanto ao emprego de analogias no estudo do equilíbrio químico, Mendonça, Justi e Ferreira (2005), colocam que nesse sentido, as mesmas podem desempenhar um importante papel na compreensão do significado de um sistema em equilíbrio químico nos níveis macroscópico e atômico-molecular, uma vez que pela definição, analogia é uma comparação entre dois domínios diferentes que compartilham algumas características em comum, sendo um desses domínios familiar, se constituindo o análogo e o outro desconhecido, se constituindo o conceito alvo (DUIT, 1991; GLYNN, 1991). As autoras afirmam ainda, que nessa perspectiva, as analogias podem atuar como mediadoras nesse processo de ensino-aprendizagem.

Os autores Raviolo e Garritz (2008) também reconhecem o potencial das analogias no estudo desse tema, quando colocam que as analogias se constituem uma estratégia válida para o ensino do conteúdo equilíbrio químico devido à complexidade e o nível de abstração desse conceito. Para estes autores a natureza reversível da mudança química e a natureza dinâmica do equilíbrio químico podem ser melhor visualizadas através das mesmas.

### **1.2 Estudos Recomendam Cautela no Uso de Analogias**

Apesar das potencialidades das analogias em mediar o ensino-aprendizado, estudos recomendam cautela no tocante ao seu uso em sala de aula, Duval (2004) aponta para a necessidade de superar a confusão entre: conceitos, objetos ou entidades e suas representações - o mesmo objeto pode ter múltiplas representações, para Duval (2004), essa confusão pode levar a perdas na compreensão e apreensão de objetos ou processos conceituais.

Pesquisas sobre a exploração de analogias em aulas de professores de química, tem constatado que o fato dos conteúdos químicos exigirem dos estudantes um alto grau de

abstração para compreensão de seus conceitos, tem levado esses docentes a fazerem uso frequente desse recurso em sala de aula, sendo esse uso, muitas vezes, de forma espontânea e sem nenhum planejamento adequado (NAGEM et al. 2003; Oliva et al. 2003), gerando para o aprendizado do aluno sérios problemas de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996).

Nesse sentido, trabalhos como os de Ferry e Nagem (2008), Munarin e Munarin (2008), Harrison e Treagust (2006), Fabião e Duarte (2005), Duarte (2005) e Andrade et al. (2002), Leite e Duarte (2006), Nunes et al. (2007) discutem sobre o cuidado quanto ao uso adequado das analogias no ensino da química.

A forma como o professor tem mediado o processo de aprendizagem dos estudantes e o planejamento relativo ao uso de diversas ferramentas no ensino da química, tais como as analogias, tem influenciado fortemente o crescimento dessas discussões e mostrado a importância desses estudos, nos levando a refletir criticamente, quanto a que tipo de importância se dá a forma como é feito uso desse recurso em sala de aula, uma vez que, sua utilização de forma acrítica pode contribuir para que sejam gerados sérios problemas epistemológicos, como por exemplo, graves erros conceituais.

Tomando por base esses pressupostos, este trabalho teve por objetivo investigar o grau de percepção de estudantes de um curso de licenciatura em química sobre as potencialidades e limites do emprego de analogias no ensino da química no tema de equilíbrio químico; e promover uma discussão sobre as contribuições de um processo formativo no preparo desses futuros professores quanto ao uso das analogias como recurso de didático.

## 2 Metodologia

### 2.1 Amostra da pesquisa

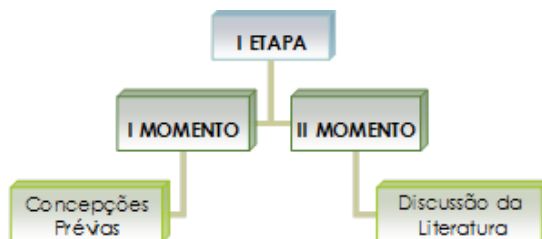
A pesquisa foi aplicada no primeiro semestre de 2010, com uma turma de 25 alunos, na disciplina de Prática do Ensino de Química I do 8º período do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

### 2.2 Desenvolvimento da Pesquisa

Esta pesquisa possui cunho qualitativo descritivo, uma vez que seus dados foram observados, registrados, analisados, classificados e interpretados através do uso de técnicas padronizadas de coleta de dados do tipo questionário e observação sistemática. A pesquisa teve seu desenvolvimento em três etapas, conforme descrito a seguir:

#### 1ª Etapa - Investigação das Concepções Prévia dos Licenciandos

Esta etapa foi dividida em dois momentos conforme o diagrama mostrado da Figura 1.



**Figura 1:** Diagrama do desenvolvimento da 1ª etapa da pesquisa

No primeiro momento, foi feita uma apresentação da pesquisa para a turma e a docente da disciplina, seguida da aplicação de um questionário semiestruturado que teve por objetivo investigar quais as concepções prévias dos licenciandos quanto ao significado e utilização das analogias para o ensino. No segundo momento, de posse das respostas dos estudantes, foi feita uma apresentação para a turma das discussões presentes na literatura sobre o significado das analogias e as vantagens e desvantagens do seu uso no ensino das ciências.

### 2ª Etapa – Escolha e Apresentação das Analogias pelos Licenciandos

Esta etapa também teve seu desenvolvimento em dois momentos, conforme diagrama da Figura 2. No primeiro momento se deu a escolha do tema a serem empregadas as analogias, seguida da divisão dos grupos e da escolha das analogias pelos grupos.



**Figura 2:** Diagrama do desenvolvimento da 2ª etapa da pesquisa

Os alunos foram divididos em três grupos e em seguida foi sugerido a cada grupo que escolhessem uma ou mais analogias para fazerem uma apresentação para o restante da turma dentro do tema equilíbrio químico. A escolha do tema equilíbrio químico se deu por se tratar de um conteúdo complexo que trabalha seus conceitos dentro de uma perspectiva bastante abstrata, levando os docentes a fazerem uso de ferramentas que auxiliem na sua compreensão.

Uma vez definido o tema, os grupos se reuniram para a escolha das analogias, os grupos ficaram livres para escolherem analogias prontas, presentes na literatura (livros e artigos) ou criadas por eles, caso julgassem necessário. Esse momento, que compreendeu uma aula com duração de 2 horas, fechou com um debate entre os estudantes dos grupos sobre as analogias escolhidas e suas aplicações no tema.

O segundo momento se constituiu das apresentações das analogias escolhidas pelos grupos no tema equilíbrio químico. Para esse momento foram utilizadas três aulas com duração de 2 horas cada. Esse momento teve por objetivo identificar na prática a forma como os licenciandos empregariam as analogias no tema em estudo.

### 3ª Etapa - Diagnóstico das Apresentações e Momento de Reflexão

Nesta terceira etapa, após a apresentação das analogias pelos grupos, foi feita uma diagnose das apresentações.

Para análise dos dados desta etapa, procurou-se descrever as apresentações feitas pelos grupos. A partir das descrições, as relações analógicas foram estabelecidas de acordo com cada situação estudada e feita uma análise das inferências dos grupos às analogias por eles empregadas segundo a fundamentação teórica adotada nesta pesquisa. Os critérios utilizados para análise das analogias empregadas pelos grupos foram de acordo com o Modelo TWA - Teaching With Analogies (Quadro 1) desenvolvido por Glynn (1991) e posteriormente modificado por Harrison e Treagust (1993).

**Quadro 1:** Etapas dos critérios propostos pelo Modelo TWA modificado

PASSOS	CRITÉRIOS DO MÉTODO TWA
1	Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido
2	Sugerir aos estudantes a situação análoga
3	Identificar as características relevantes do análogo
4	Mapear as similaridades entre alvo e análogo
5	Identificar onde a analogia falha
6	Esboçar conclusões sobre o alvo

A finalidade do uso do Modelo TWA na análise dos dados foi orientar o diagnóstico da forma como os licenciandos estariam explorando as analogias no tema escolhido.

Esta etapa teve sua conclusão com um momento de reflexão com os licenciandos. Para esse momento foi utilizada uma aula com duração de 2 horas. Esse momento teve por objetivo realizar uma reflexão crítica dos empregos das analogias feitas pelos grupos, com base na literatura e na diagnose das apresentações dos mesmos, levando-os a refletirem sobre as vantagens e desvantagens do uso das analogias, além das contribuições de um processo formativo para o preparo de futuros professores de química quanto ao uso das analogias enquanto recurso de didático.

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Análise das Respostas ao Questionário Investigativo

De acordo com as respostas ao questionário, a maioria dos estudantes respondeu que durante o curso, tiveram apenas discussões superficiais sobre as analogias, que nenhuma das disciplinas cursadas por eles, abordou o assunto de forma mais profunda. Leite e Duarte (2006) ao investigarem essa questão, afirmaram que a maioria dos professores durante o curso, não teve formação pedagógica ou científica relativa a utilização de analogias para o ensino.

Em relação a definição de analogias, a maioria definiu as analogias como sendo uma comparação. Porém, apesar da maioria ter definido as analogias de acordo com a literatura, metade dos alunos não forneceram nenhum exemplo, e dos que exemplificaram, algumas respostas apresentaram confusão, onde citaram exemplos de modelos e de conceitos, como sendo exemplos de analogia. Segundo Duit (1991) e Duarte (2005) os modelos são apenas representações de partes de estruturas do domínio alvo. De acordo com a literatura (DUARTE, 2005), as analogias são facilmente confundidas com exemplos. Segundo Duit (1991), o exemplo distingue-se da analogia por não estabelecer comparações entre traços semelhantes de domínios diferentes.

Como uma última investigação desse questionário, foi solicitado aos estudantes que fizessem um comentário sobre a atitude hipotética de um professor, que ao trabalhar o conteúdo de Cinética Química numa turma do ensino médio e observar que a maioria dos alunos não estava compreendendo o conceito de velocidade de reações, decidiu utilizar, de modo improvisado algumas analogias para explicar melhor esse conceito.

A maioria dos alunos, ao comentarem a atitude, apenas elogiaram o professor pelo uso das analogias e pela preocupação em levar o entendimento aos alunos e não fizeram nenhum comentário quanto ao fato do professor ter utilizado as analogias de forma improvisada. Apenas três alunos comentaram o improviso do professor, onde um diz para se ter o devido cuidado para a analogia não apresentar conceitos distorcidos.

Percebemos nas respostas da maioria desses estudantes, que as analogias são percebidas por eles, como algo natural que pode ser feito sem a necessidade de nenhum planejamento. Nesse sentido, Nunes, Ferraz e Justina (2007, p. 11) colocam que “os professores, de modo geral, não estão preparados para estruturar ou seguir uma estratégia didática para uso de analogias”.

### 3.2 Análise do Emprego das Analogias

Nesta sequência estaremos analisando como se deu o emprego das analogias selecionadas por cada grupo para a explicação dos conceitos presentes no conteúdo de equilíbrio químico.

#### 3.2.1 Apresentação da analogia pelo primeiro grupo

O primeiro grupo optou por utilizar uma das analogias presentes no trabalho dos autores Raviolo e Garriz (2008), sendo a analogia escolhida a do pintor e despintor. Essa analogia trata de duas cidades (Pintolândia e Despintolândia) e de dois moradores dessas respectivas cidades, onde, enquanto um pinta uma estrada que liga as duas cidades, o outro despinta (Figura 3).



**Figura 3:** Analogia do pintor e despintor.

**Fonte:** Raviolo e Garriz (2008).

Os estudantes introduziram a apresentação, primeiramente, sugerindo a situação análoga e em seguida identificando suas características relevantes, como segue:

*“Um dos habitantes de Pintalândia decide pintar a linha da estrada de 100 metros que conecta o seu povoado com o de Despintalândia, o povoado dos peritos removedores de pintura. O desajeitado pintor começa a linha, mas deixa a lata com a pintura no seu povoado, no lugar onde começa a linha. Por causa disso, cada vez que a broxa seca, ele deve voltar atrás, até a lata, para encharcá-la. Então volta para a linha e continua pintando. Enquanto isso, um despintor, do outro povoado, pega uma esponja com removedor de pintura, caminha até o extremo da linha recém-pintada e começa a removê-la, desfazendo parcialmente o trabalho do pintor. Este despintor é tão desajeitado quanto o pintor, pois cada vez que o removedor acaba, ele deve voltar para seu povoado para molhar novamente sua esponja, para voltar para o extremo da linha e seguir removendo a pintura. Qual é o final da história?”*

Através dessa analogia o grupo tentou explicar alguns dos principais fatores que estão associados ao conceito de equilíbrio químico. Os fatores destacados pelo grupo foram: o aspecto dinâmico, a reversibilidade e a influência da velocidade sobre esse equilíbrio. O grupo não deixou claro se estava seguindo ou não alguma estratégia de ensino para o uso de analogias e introduziram a apresentação, primeiramente, sugerindo a situação análoga, identificando suas características relevantes.

O grupo, após a apresentação do análogo, alerta para o fato de que esta analogia pode reforçar nos alunos a concepção alternativa de uma visão compartimentada, uma vez que, segundo eles, os baldes colocados separadamente podem trazer a ideia de dois subsistemas coexistindo separadamente. Confusão a nível microscópico e a distinção entre quantidade e concentração, também foram outras limitações destacadas pelo grupo.

Da identificação das características relevantes do análogo apresentado pelo grupo, pôde se estabelecer as correspondências presentes no quadro 2.

**Quadro 2:** Similaridades estabelecidas entre o análogo e o alvo na apresentação da analogia pintor e despintor.

SIMILARIDADES ENTRE ANÁLOGO E ALVO	
Sistema	Estrada
Reagentes	Balde com tinta
Produtos	Balde com removedor
Aspecto Dinâmico	Movimento do pintor e do despintor
Reversibilidade	Enquanto o pintor pinta o despintor despinta
Velocidade da reação	Quando a velocidade do despintor se iguala a velocidade do pintor

Porém, vale ressaltar, que essas correspondências não foram estabelecidas pelo grupo de forma explícita, pois, na fala dos mesmos, durante a análise dos conteúdos, ficou claro, que ela foi feita de forma sutil e quase imperceptível, colocado, na verdade quando o grupo identifica os aspectos aonde a analogia falhava, quando por exemplo se referem a questão da cinética da reação.

Esse foi o único momento em que o grupo tocou de forma implícita na questão da similaridade entre o análogo e o alvo. Segundo autores como Glynn et al. (1994), Harrison e Treagust (1993) e Nagem et al. (2001), esse é um dos passos considerados mais importante para que a aplicação de uma analogia de fato seja bem sucedida, pois, se as similaridades

entre o alvo e o análogo não são cuidadosamente bem estabelecidas, a analogia só servirá para gerar mais obstáculos conceituais para o estudante.

Em análise a fala dos alunos, também ficou claro que a necessidade de se considerar o sistema fechado não foi colocada pelo grupo, e a própria analogia em si, parece não considerar esse aspecto, uma vez que o sistema, que por ela parece ser ilustrado pela faixa da estrada, não dá nenhuma ideia de sistema fechado. Apesar dessa analogia retratar bem o aspecto dinâmico do equilíbrio químico, ela incorre em duas principais falhas que sustentam as concepções alternativas dos estudantes, que é a visão compartimentada e a ideia de um sistema aberto, como já comentamos.

### 3.2.2 Apresentação da analogia pelo segundo grupo

No segundo grupo, os licenciandos introduziram a apresentação com uma rápida explicação da definição do conceito de equilíbrio químico e com uma equação química que traduzia esse processo. Eles também não deixaram claro se seguiam algum modelo de ensino para o uso da analogia por eles escolhidas, apenas esclarecem que a analogia utilizada por eles foi de criação própria deles, a qual deram o nome de salão de dança, baseada na analogia escola de dança presente no artigo de Raviolo e Garritz (2008). Em seguida e após ter sugerido a situação análoga, o grupo introduziu as características relevantes ao análogo, inferindo o seguinte:

*“Eu peguei duas salas, uma junta da outra, e vou chamar a anterior a essa, sala 1 e essa, a sala 2... só que entre.. tem as paredes e nessas duas salas agente vai ter duas portas, a porta 1, que dá acesso a sala 1 e a sala 2 e a porta 2 que vai dá acesso da sala 2 pra sala 1, ...na porta 1, os meninos vão passar da sala 1 pra sala 2 e a porta 2, eles vão passar da sala 2 pra sala 1. Aí eu coloquei na sala 1, sessenta aluno, certo? ...então eu vou pedir para que esses sessenta alunos, se locomovam mais ou menos com as velocidades iguais... como a sala ta muito cheia e a sala dois vai ta vazia, certo? vai chegar um momento que eles se locomovendo vão se chocar, aleatoriamente, certo? nesse momento a porta 1 vai se abrir e os alunos que estão lá, se chocaram, vão passar pra cá unidos e andando com a mesma velocidade. Se chocou, a porta um abre, eles vem pra cá, continuando unidos, se locomovendo, certo? vai chegar um momento, em que a sala 2, não está mais vazia, vai ta cheia de alunos, que se chocaram lá na sala 1, certo. Vai chegar o momento que eles vão se chocar entre si, então um casalzinho vai se chocar com outro casalzinho, e nesse momento quando eles se chocarem, vai se desfazer a união entre eles, aí nesse momento a porta 2 abre, e eles fazem um retorno e passam pra sala 1, não mas unidos, o casal se chocou e eles se soltaram e a porta 1 abriu e eles passaram pra sala 1, e aí eles... , vêm sozinhos se chocam, aí a porta 1 se abre e eles passam pra sala 2, o casal se choca e a porta 2 se abre e eles passam pra sala 1, aí vai ficar assim, chocando lá, voltando para cá, chocando aqui, então..., isso vai chegar um momento que essa velocidade de abertura da porta, que tem da sala 1 pra sala 2 e da sala 2 pra sala 1, vai ser igual, então a quantidade dos alunos que estão passando pra cá vai ser igual a quantidade de alunos que estão passando pra lá, nesse momento, eu vou dizer então que a velocidade desses alunos um, velocidade um é igual a velocidade dois.”*

Este grupo também utilizou apenas uma analogia para explicar os aspectos presentes em alguns dos conceitos trabalhados no conteúdo de equilíbrio químico.

Nas análises feitas da observação *in locus* da apresentação feita pelo grupo e ao conteúdo transcrito da mesma, observou-se uma preocupação por parte dos licenciandos em apenas introduzir as características relevante ao análogo, deixando parecer terem esquecido, ou não terem se preocupado com o mapeamento das similaridades entre o alvo e o análogo (o equilíbrio químico e o salão de dança), nem com a identificação dos limites da analogia e nem



com as conclusões que deveriam ser feitas junto com a turma sobre os conceitos relacionados ao equilíbrio químico. Porém, apesar do mapeamento das similaridades entre o análogo e o alvo não ter sido feito de forma explícita pelo grupo (Quadro 3), esse mapeamento foi percebido durante a análise ao conteúdo da apresentação do mesmo.

**Quadro 3:** Similaridades estabelecidas entre o análogo e o alvo na apresentação da analogia salão de dança.

SIMILARIDADES ENTRE ALVO E ANÁLOGO	
Sistema	Salão de dança
Reagentes	Pessoas dançando sozinha
Produtos	Casal dançando
Choque entre as moléculas	Pessoas e casais se chocando
Aspecto dinâmico da reação	Movimento dos casais

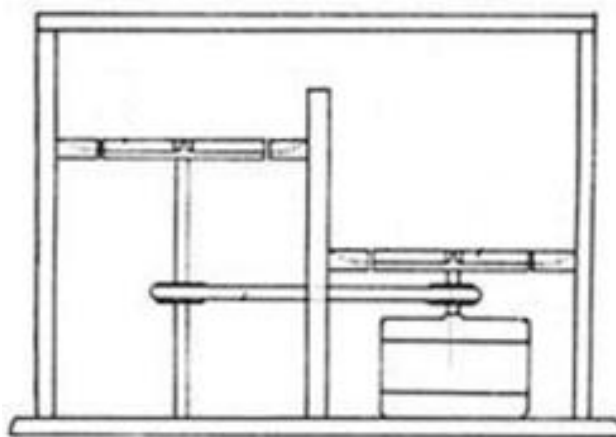
Essas deficiências sentidas, quanto a falta de um estabelecimento adequado das similaridades entre o alvo e o análogo, corrobora com as concepções salientadas por Ferraz e Terrazan (2003), Leite e Duarte (2006) e Oliva et al. (2003) quando em suas pesquisas constataram que raramente as semelhanças mais relevantes entre o alvo e o análogo são exploradas.

Ao final da apresentação da analogia por este grupo, na análise feita pelos outros licenciandos, a analogia utilizada por eles foi considerada bastante complexa quanto ao seu grau de compreensão, alguns comentaram que o domínio análogo tornou-se mais complicado do que o domínio alvo. Essa constatação confirma o que foi colocado por Duarte (2005), quando aponta para alguns dos problemas que podem surgir pela utilização de analogias e destaca como um deles a falta de um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia que no momento se está sendo utilizada, e por Treagust et al. (1992) ao afirmar que as analogias utilizadas pelos docentes muitas vezes são confusas e as vezes mais complexas do que o alvo.

O problema da não identificação por parte do grupo das limitações das analogias, que são os aspectos do alvo onde a analogia falha, e que é um ponto de bastante relevância para o desenvolvimento de uma estratégia didática no uso de analogias em sala de aula, também foi diagnóstico no trabalho de Leite e Duarte (2006) e outros. Após a apresentação das analogias pelo grupo, alguns desses pontos foram discutidos e alguns dos aspectos que são relevantes para um bom planejamento das analogias foram realçados.

### 3.2.3 Apresentação da analogia pelo terceiro grupo

O terceiro grupo iniciou a apresentação trazendo algumas definições sobre analogias e em seguida introduziu o análogo mencionando o conceito alvo em que o análogo se aplicava. O grupo também preferiu utilizar uma das analogias proposta no trabalho de Raviolo e Garriz (2008) um dispositivo proposto por Alden e Schmuckler (1972). O funcionamento desse dispositivo (Figura 4) ilustra, por analogia, os diagramas de energia potencial. Ele produz o movimento e a transferência de esfera entre dois compartimentos, onde duas rodas com pzinhas giram à mesma velocidade por um motor elétrico. Ambos os recipientes estão separados por uma divisória, as esfera são colocadas em movimento ao entrarem em contato com as pzinhas, com corrente de ar e com vibrador.



**Figura 4:** Esquema do dispositivo analógico utilizado pelo grupo.

**Fonte:** Raviolo e Garritz (2008).

De acordo com as observações e transcrições feitas da apresentação desse grupo, percebe-se primeiramente, que eles não fizeram uma introdução sobre o assunto alvo (equilíbrio químico), partindo logo para a identificação das características relevantes do análogo.

Este grupo, como os demais, se utilizou de uma única analogia para explicar os aspectos presentes nos conceitos trabalhados no conteúdo de equilíbrio químico, o grupo fez a escolha de uma analogia da qual eles mesmos julgaram complicada.

Apesar deste grupo ter feito de forma bastante satisfatória a identificação das características relevantes do análogo, e o mapeando das similaridades entre alvo e análogo (Quadro 4) e seguido com a identificação dos limites da analogia quanto a certos aspectos do alvo, a introdução e as conclusões do conceito alvo, também consideradas importantes para um bom planejamento de uma analogia, foram deixadas de lado, pois em relação a essas etapas do planejamento de uma analogia, os autores Harrison e Treagust (2006), colocam que quando a analogia é utilizada para desenvolver o conceito, o conceito deve ser ensinado em detalhes suficientes para fazer a analogia relevante.

**Quadro 4:** Similaridades estabelecidas entre o análogo e o alvo na apresentação da analogia do dispositivo.

SIMILARIDADES ENTRE ALVO E ANÁLOGO	
Sistema	Dispositivo Alden e Schmuckler
Reagentes	Bolinhas saindo do lado esquerdo do dispositivo
Produtos	Bolinhas saindo do lado direito do dispositivo
Aspecto Dinâmico	Movimento das bolinhas de pingue-pongue ou isopor
Energia de ativação	Divisória do dispositivo
Velocidades iguais	Rodas com pazinhas girando com a mesma velocidade
Reversibilidade	Movimento das bolinhas de um lado e do outro (indo e voltando).
Alteração do equilíbrio químico	Adição de mais bolinhas no dispositivo.

E para que a utilização desse análogo, não fosse tão forçada quando ao mapeamento de suas similaridades com o alvo, o grupo poderia ter utilizado mais de uma analogia, para dessa forma, atender com mais eficiência, vários desses aspectos do conceito alvo, o que evitaria a ocorrência de um dos problemas mais frequentes ligado ao uso de analogias, que é o reforço das concepções alternativas do estudante. Relativo a esse fato, Oliva et al. (2003) reconhece não ser costume dos docentes recorrerem a vários análogos para explicarem o mesmo fenômeno.

Outro fator importante que deve ser destacado na utilização dessa analogia por parte desse grupo, e que aparece como um dos pontos relevantes considerado pela literatura, é o grau de familiaridade do análogo, pois, o professor ao escolher o análogo a ser utilizado, deve considerar a realidade dos alunos, e durante a apresentação ficou claro que tanto a turma, como o próprio grupo, desconheciam o funcionamento da máquina utilizada como análogo no processo de equilíbrio.

Nesse sentido, os autores Harrison e Treagust (2006), também apontam o grau de familiaridade das analogias como um dos principais critérios para essa estratégia de ensino, ainda, segundo esses autores a analogia deve ser familiar o máximo possível aos alunos, caso contrário, já neste primeiro critério, a analogia será invalidada e a persistência em seu uso, ao invés de facilitar, possivelmente produzirá mais obstáculos para aprendizagem do estudante.

### 3.3 Análise das Apresentações das Analogias Segundo o Modelo TWA Modificado

Na sequência, realizamos uma análise do emprego das analogias, pelos licenciandos, seguindo os critérios proposto pelo Modelo TWA (Teaching With Analogies) modificado (HARRISON; TREAGUST, 1993), conforme o quadro 5.

**Quadro 5:** Critérios atendidos pelos licenciandos segundo o modelo TWA modificado.

CRITÉRIOS DO MODELO TWA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
Introduzir o assunto-alvo a ser aprendido	X	X	
Sugerir aos estudantes a situação análoga	X	X	X
Identificar as características relevantes do análogo	X	X	X
Mapear as similaridades entre alvo e análogo			X
Identificar onde a analogia falha	X		X
Esboçar conclusões sobre o alvo	X		

De acordo com o quadro 5, podemos inferir o seguinte: em relação aos dois primeiros passos do modelo, que sugerem que seja introduzido o conceito-alvo e em seguida que seja proposto a situação análoga, apenas o terceiro grupo não introduziu o conceito-alvo, porém, os três grupos propuseram a situação análoga. O objetivo desses dois passos foi de apresentar, de forma geral e abrangente, o conceito a ser compreendido e de em seguida ser feita a apresentação do análogo, para os alunos, pelo professor.

Quanto ao terceiro passo do modelo, que se refere à identificação das características relevantes do análogo, nossas observações evidenciaram que os três grupos atenderem bem a este aspecto, apesar de nenhum dos grupos terem oportunizado um espaço de diálogo para detectar sugestões da turma. A finalidade desse passo foi de se estabelecer para os alunos as características relevantes do análogo utilizado.

No quarto passo, que é o mapeamento das similaridades entre alvo e análogo, como já vimos, apenas o terceiro grupo atendeu esse critério, os demais grupos ou não o fizeram de modo algum ou o fizeram de forma sutil. Este passo teve por intuito fazer comparações entre o análogo e o alvo a partir da caracterização do análogo.

Já no quinto passo, onde, deve-se ser feita a identificação dos aspectos em que o análogo falha em relação ao alvo, ou seja, onde o análogo e o alvo não têm correspondências, apenas o segundo grupo não o fez, porém apesar dos outros dois grupos terem feito, muitos aspectos considerados relevantes ainda ficaram de fora.

Para finalizar, em relação ao sexto passo do modelo, que sugere a elaboração de relatos conclusivos a respeito do alvo, apenas o primeiro grupo o fez, já os demais grupos mostraram não se preocupar ou não ter consciência da importância desse fechamento, uma vez que o objetivo desse passo é de se elaborar uma síntese conclusiva, retomando as características básicas da situação alvo para se fazer um fechamento da aula. Para Ferraz e Terrazan (2003, p. 225) esse fechamento é bastante relevante, “na medida em que os alunos sistematizam suas ideias sobre o processo, o professor pode obter elementos para avaliar o grau de compreensão por parte destes sobre o assunto-alvo”.

### **3.4 Momento de Reflexão com os Licenciandos**

Esta etapa da pesquisa, nos proporcionou um momento de reflexão com os licenciandos sobre as vantagens e desvantagens do uso das analogias, além da importância do processo formativo no preparo desses futuros docentes para um uso adequado desse recurso em sala de aula como facilitador do ensino e aprendizado da química.

Os alunos deram início a discussão colocando o fato de não terem acesso a manuais didáticos específicos, que os auxiliem tanto na elaboração de analogias, como na sugestão de analogias já prontas. Contudo, é necessário saber a pertinência das analogias sugeridas, considerando antes o contexto escolar para uma prévia identificação de que tais analogias podem ser familiares ou não ao contexto em que serão inseridas.

Com relação ao preparo, os licenciandos levaram para a discussão o fato de não terem tido um melhor preparo quanto ao estudo do papel das linguagens no ensino de química e as diversas formas diversas de registro que pode ter esta linguagem, e segundo eles “esse estudo costuma ser feito sempre de forma superficial, já no final do curso, onde no geral, são apresentadas apenas críticas à forma como as metáforas e analogias são tratadas em livros didáticos, onde muitas vezes resultam em obstáculos epistemológicos do tipo substancialista e animista; assim como o ponto de vista contrário, de vê-las como formas favoráveis de simplificação para se fazer acesso a um conceito.

Este momento fechou todo esse processo investigativo com um resultado bastante satisfatório, pois, não só ajudou no diagnóstico das percepções dos licenciandos acerca das analogias, como também os levou a refletirem acerca das dificuldades sentidas por eles em explorar as analogias e os oportunizou discutirem de forma mais profunda alguns dos principais critérios presentes na literatura para uma utilização mais adequada dessa ferramenta como um recurso didático facilitador da aprendizagem.

## **4 Considerações Finais**

Verificamos neste trabalho que a maioria desses licenciandos, mesmo na fase de conclusão de seu curso, demonstrou possuir um conhecimento bastante limitado quanto ao

conceito de analogias. Ficando ainda claro, a partir de suas apresentações e por todas as etapas dessa investigação, que eles sabiam muito pouco a respeito dessa ferramenta, mas que, apesar disso, compreendiam que as analogias se constituem um importante recurso didático.

Nas análises feitas as analogias apresentadas pelos mesmos no tema equilíbrio químico, de modo geral, foi bastante notória as dificuldades apresentadas por eles, quanto a exploração das mesmas para a explicação dos processos envolvidos numa reação em equilíbrio.

Devido o fato do tema trabalhar vários conceitos e possuir um alto grau de complexidade, essa dificuldade já era esperada. Vimos que, mesmo com uso de analogias, muitas das concepções alternativas dos estudantes foram preservadas e outras até realçadas pelas próprias analogias.

Outra dificuldade encontrada está relacionada à seleção dos análogos. O que foi evidenciado por este trabalho, é que os análogos não foram selecionados de forma crítica, o que pareceu é que os grupos de forma geral consideraram superficialmente algumas variáveis em estudo, e em muitos casos os aspectos selecionados do domínio análogo, não tinham nenhuma correspondência com o aspecto selecionado do domínio alvo. Nos convém ressaltar que o uso das analogias requer dos professores, não somente o domínio científico do conceito, mas também em assuntos de ordem epistemológica, cognitiva, e claro, didática.

Por fim, os resultados deste trabalho, além de evidenciar a fragilidade desses futuros professores na exploração de analogias, contribuiu para ratificar a necessidade do processo formativo inicial do professor preparar melhor seus futuros professores e adotar uma prática mais crítica-reflexiva acerca do uso das analogias para o ensino de química, para que esses professores no exercício de sua docência não deem continuidade a um uso acrítico dessa ferramenta, uma vez que, as analogias, têm se constituído um importante instrumento didático para aprendizagem, na busca de superar as dificuldades do aluno, e que tem se apresentado de forma bastante contundente na realidade da sala de aula do professor.

## 5 Referências Bibliográficas

- Andrade, B. L.; Zylbersztajn, A. e Ferrari, N. (2002). As Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências a Luz da Epistemologia de Gaston Bachelard. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 1-11.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Carmo, E. A. (2006). *As analogias como instrumentos úteis para o ensino do conteúdo químico no nível médio*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Universidade Federal do Pará, Belém.
- Carvalho, N. B. e Justi, R. S. (2005). Papel da Analogia do “Mar de Elétrons” na Compreensão do Modelo de Ligação Metálica. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra. VII Congresso.
- Duarte, M. C. (2005). Analogias na educação em ciências contributos e desafios. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1), 7-29.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

- Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*, Universidad del Vale, Instituto de Educación y Pedagogía, Santiago de Cali, Colombia.
- Fabião, L. S. e Duarte, M. C. (2005). Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 1-17. Acesso em agosto, 2010, <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
- Ferraz, D. F e Terrazzan, E. A. (2003). Uso Espontâneo de Analogias por Professores de Biologia e o Uso Sistematizado de Analogias: Que Relação? *Ciência & Educação*, 9(2), 213-227.
- Ferry, A. S. e Nagem, R. L. (2008). Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(1), 7-21.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining science concepts: A Teaching-with-Analogies Model. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Glynn, S. M.; Law, M.; Gibson, N. M. e Hawkins, C.H. Teaching science with analogies: a resource for teachers and text-books authors. Documento eletrônico. 1994, [http://www.eric.ed.gov/pdfs/ed\\_378554.pdf](http://www.eric.ed.gov/pdfs/ed_378554.pdf).
- Gomes, J. N.; Recena, M. C. P. 2008. Concepções sobre Equilíbrio Químico de alunos ingressantes no curso de Química – Licenciatura da UFMS. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba – PR.
- Harrison, A. G e Jong, O. (2005). Exploring the Use of Multiple Analogical Models When Teaching and Learning Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(10), 1135-1159.
- Harrison, A. G e Treagust, D. F. (2006). Teaching and Learning With Analogies *Friend or Foe?* Em P.J. Aubusson; Al.G. Harrison e S.M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education*. (pp. 11-24). Netherlands: Springer. 2006.
- Harrison, A. G. e Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Justi, R. S. e Mendonça, P. C. C. (2008). Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. *Educació Química EduQ*, 1, 24-29.
- Leite, R. e Duarte, M. C. (2006). Percepções de professores sobre o conceito de analogia e de sua utilização no ensino-aprendizagem da física e da química. Em R. Nardi e M.J.P.M. Almeida (Eds.), *analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: A sala de aula em estudo*. (pp. 45-59). São Paulo: Escrituras.
- Wartha, E. J.; Silva, E. L. da; Bejarano, N. R. R. (2013). Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 35(2), 84-91.
- Mendonça, P. C. C.; Justi, R. S.; Ferreira, P. F. M. (2005). Analogias usadas no ensino de equilíbrio químico: compreensões dos alunos e papel na aprendizagem. *Enseñanza de Las Ciencias*. Número Extra. VII Congresso.
- Milagres, V. S. O.; Justi, R. S. (2001). Modelos de Ensino de equilíbrio Químico – Algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no ensino médio. *Química Nova na Escola*, 13, 41-46.

- Munarin, K. O e E. E. O. Munarin. (2008). Uma análise crítica das analogias “bola de bilhar”, “pudim de passas” e “sistema solar” utilizadas para o ensino de química em modelos atômicos. Em: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba - Paraná.
- Nagem, R. L.; Carvalhães, D. O. e Dias, J. A. Y. T. (2001). Uma proposta de metodologia de ensino com analogia. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 197-213.
- Nagem, R. L.; Figueroa, A. M.; Silva, C. M. G. e Carvalho, E. M. (2003). Analogias e metáforas no cotidiano do professor. 26ª REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO – ANPED, Poços de Caldas - Minas Gerais.
- Nunes, R. R.; Ferraz, D. F. e Justina, L. A. D. (2007). Estudos relativos a analogias no ensino de ciências. VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – EMPEC, Florianópolis - Santa Catarina.
- Oliva, J. M<sup>a</sup>. Aragón, M<sup>a</sup>. M.; Mateo, J. e Bonat M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso en el aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 31-44.
- Oliveira, R. L. de e Netz P. A. (2006). O uso de analogias no ensino do equilíbrio químico. *Acta Scientiae*, 8(2), 57-68.
- Raviolo, A. e Garritz, A. (2008). Analogias no Ensino de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, 27, 13-25.
- Rocha, A. A. N. (2007). *Metáforas-Andaime: As analogias como recurso argumentativo no ensino de química*. Tese de Mestrado, UFJF.
- Santos, W. L. P. dos; e Mortimer, E. F. (1999). Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas - MG, Maio.
- Silva, E. L. D. e Marcondes, M. E. R. (2010). Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência*, Belo Horizonte, 12(1), 101-118.
- Souza, K. A. F. D.; Cardoso, A. A. (2008). Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. *Química Nova na Escola*, 27, 51-56.
- Treagust, D.; Duit, R.; Joslin, P. e Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies: Observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413-422.