

Analogia e mediação docente no processo de ensino e aprendizagem de equilíbrio químico

Marcelo Dotti¹

¹Mestre em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba.
Professor do Colégio Técnico de Limeira (UNICAMP/Brasil).

Analogy and average education in the process of teaching and learning of the chemical balance education

Informações do Artigo

Recebido: 01/11/2018

Aceito: 14/12/2018

Palavras chave:

Ensino de química, Abordagem histórico-cultural, equilíbrio químico.

E-mail: mdotti2008@hotmail.com

A B S T R A C T

This article is an analysis made by a high school teacher about his practice with analogies in chemistry classes from the perspective of cultural historical approach. For this study an analogy was chosen regarding chemical equilibrium, where teacher and student exchange pens in order to demonstrate the definition of Chemical Equilibrium showing its properties and its deficiencies and its possible possibilities of collaboration that it can contribute to the construction of chemical thought of the student. For a better understanding, the lessons were recorded and transcribed and soon after the use of the analogy, a test was applied to high school students to present the possibilities of analysis of the results. The concepts of the cultural-historical approach developed initially by Vygotsky, mainly: verbal interaction, formation of concepts, and signification and resignification of words served as the basis for a better understanding of the use of this analogy.

INTRODUÇÃO: Sobre analogias no ensino de Química

Analogias são constituintes do pensamento humano e não podemos negar que estão fortemente presentes em quase todas as atividades humanas: na pesquisa científica, nos trabalhos científicos, nas atividades docentes, na expressão oral ou escrita, na divulgação e vulgarização de ideias e produtos (mídia), nos livros didáticos. De um modo geral, o raciocínio análogo tem estado no bojo de renomadas teorias científicas.

A analogia difere da metáfora, pois, segundo Coracini (1991, p.118) “os conceitos metafóricos estão de tal modo arraigados à nossa cultura que estruturam as nossas atividades diárias e científicas de forma imperceptível e inconsciente; são, aliás, constitutivos da forma de pensar e agir de uma época”.

A palavra analogia vem, originalmente, do grego *anáλογο*, que significa proporcional, no sentido matemático e, traduzido para o latim, dois pares ordenados de natureza matemática ou não, definição essa apresentada também pelo dicionário Michaelis.

Mól (1999) mostra-nos a analogia como uma comparação construída entre dois conceitos: um conhecido, denominado domínio, servindo de referência; e um desconhecido, apresentado como alvo, que é o conceito que se deseja ensinar. Esses dois conceitos (conhecido e desconhecido) são analisados por outros autores, porém com outras denominações. Entre elas, podemos citar conhecido e desconhecido, apresentados por Harrison e Treagust (1993), cujos autores definem tais conceitos como domínio familiar e domínio não familiar, respectivamente. Já Curtis e Reigeluth (1984) atribuem *veículo* ao conceito conhecido e *tópico* ao conceito desconhecido. Para Duit (1991), os nomes são como análogo e alvo. Neste trabalho daremos preferência a este último.

O PAPEL DAS ANALOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Segundo Ferreira (2001, p. 41), analogia é: “1. Ponto de semelhança entre coisas diferentes. 2. Semelhança. 3. Modificação ou criação de uma forma linguística por influência de outra(s) já existente(s).” Já a metáfora é vista pelo mesmo autor como “Modo em que a significação natural duma palavra é substituída por outra com que tem relação de semelhança” (FERREIRA, 2001, p. 59).

A História da Ciência, em especial a História da Química, está repleta de analogias e elas sempre foram utilizadas com o propósito de facilitar a compreensão de conceitos abstratos de maneira mais concreta, em que, muitas vezes, a correlação análoga ficou mais conhecida do que o próprio conceito científico.

Um bom exemplo desses conceitos análogos foi o modelo do “pudim de passas”, de J.J. Thompson, que usou essa analogia para descrever o posicionamento dos elétrons em um átomo, inicialmente concebido por John Dalton, quase oitenta anos antes.

Outro exemplo de analogias usadas na História da Química é o de Mendeleev, quando descobriu a lei periódica e, a partir dela, construiu a tabela periódica em 1869. Com ela, corrigiu os “pesos” atômicos de alguns elementos e previu três novos elementos a partir de espaços vazios em sua tabela e que, mais tarde, foram descobertos. Pegou 63 cartões, escreveu os nomes e as propriedades dos elementos. Fixou-os nas paredes de seu laboratório. Reexaminou cuidadosamente os dados, procurando elementos similares e agrupou-os. Uma relação surpreendente, então, tornou-se clara. Descobriu que as propriedades “eram funções periódicas de seus pesos atômicos” que se repetiam, periodicamente, a cada sete elementos.

Podemos verificar, mesmo nesses casos tão famosos, uma relação bastante discutível entre o *domínio* e o *alvo* e podemos prever que, no uso de analogias em sala de aula, as correlações entre eles (o domínio e o alvo) e entre eles e o aluno, são objetos de muita discussão, sem aparente possibilidade de consenso.

O professor quando se depara com uma frase do tipo: “*Não entendi!*”, no ímpeto de ensinar e tornar possível o aprendizado do aluno, quase sempre lança mão de alternativas que nem sempre são preparadas antecipadamente e, portanto, podem ter grande possibilidade de erro, seja na adequação do conceito ou na realidade do público.

As analogias, embora tenham aparecido, continuamente, no ambiente escolar e científico, possuem limitações e não podem ser confundidas com o próprio conceito científico a ser construído pelo aluno. Com a análise de Perelman (1987, p.87), entendemos melhor:

Não [se] concederá à analogia mais do que papel heurístico, [que] será eliminada a partir do momento que 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.

Embora os estudos venham dando ênfase à utilização de recursos análogos, observamos que seu uso em diversas ocasiões e a manutenção de suas relações devem possuir significado para a realidade do aluno, seja em situações cotidianas ou na perspectiva educacional.

Alguns autores defendem que o conhecimento que o indivíduo possui e o que ele deve adquirir, ao apresentarem aspectos comuns, assemelhando-se em determinados pontos, podem contribuir para a ocorrência da compreensão. Nesse sentido, a linguagem utilizada atua de maneira significativa nesse contexto e, portanto, torna a analogia eficiente para o entendimento. (FERRAZ & TERRAZZAN, 2003; FONSECA & NAGEM, 2010).

Ao considerar tal aspecto, Harrison e Treagust (2003) defendem que esses recursos têm sido histórica e culturalmente utilizados na intenção de incorporar novos conceitos científicos. O uso de analogias pode ser explicado pelo fato de proporcionar a recuperação de conhecimentos em forma de figuras mentais que, talvez, possam auxiliam a transferência de conhecimentos de um domínio conhecido ou familiar para outro desconhecido ou não familiar, o que pode ser complementado pelas ideias apresentadas por Rodrigues, acerca da utilização de tais recursos:

Modelos, analogias e metáforas são utilizadas de forma abundante na produção de conhecimento, em todas as suas áreas. Na maior parte das vezes ficam ocultas, são imperceptíveis, disfarçadas e mesmo descartadas, não porque a nova descoberta consiga se fazer justificada exclusivamente por sua lógica conceitual interna, ou pelo fato de ter sido resultado de um processo indutivo bem estruturado – dependendo do “objeto”, muitas vezes a observação (no sentido lato) não é possível (...) Estas “figuras de linguagem”, como também

são chamadas, muitas vezes são utilizadas na produção de conhecimento científico de forma sinônima: ou para se reforçarem, ou para se auto sustentarem na coerência conceitual de uma teoria. Isso se deve, principalmente, as suas dimensões polissêmicas e, conseqüentemente, a possibilidade de serem permutáveis e comunicáveis (RODRIGUES, 2007, p. 20).

Muitos autores têm disseminado a importância das analogias como método de explicação de fenômenos e apontam que os estudantes tendem ao uso de analogias, frente a problemas pouco familiares.

No âmbito escolar, faz-se necessário o uso de ferramentas que possam proporcionar ao aluno uma compreensão dos conceitos a serem estudados e desenvolvidos. Com isso, Nagem et al. (2003) defendem que:

Só é possível que a aprendizagem seja um processo ativo de construção dos conhecimentos se for baseada no que os alunos já sabem, ou seja, em seus conhecimentos prévios, de forma que a aprendizagem deve ser vista como um processo que inclui a utilização do conteúdo conhecido e familiar, na compreensão do que é desconhecido e não familiar, havendo a existência, portanto, de uma relação fundamental entre a construção de semelhanças entre o conhecido e o desconhecido e a aprendizagem. (NAGEM *et al*, 2003, p. 181)

Dentre as muitas possibilidades das analogias, apresentadas até o momento, a que requer maior atenção acerca do seu uso no ensino de Ciências é a possibilidade de ser acessível ao aluno e possibilitar a ele uma atribuição de significado, fazendo sentido e tornando-o capaz de pensar sobre um determinado assunto, a partir dos conhecimentos que possui e, assim, ser ativo na construção dos seus próprios conhecimentos.

Francisco Junior, (2008) entende que, todavia, não só as Ciências Naturais, mas outras bases de pensamento sejam elas filosóficas, sociológicas, linguísticas ou artísticas foram e ainda são fortemente influenciadas pelo raciocínio analógico e poderíamos dizer que a origem do pensamento análogo se confunde com o aparecimento da linguagem. Vemos que tais associações estão arraigadas desde a mais tenra idade, e que o raciocínio analógico é um importante componente da cognição humana.

Quanto às vantagens apresentadas pelas analogias, Duit (1991) explica que essas poderosas ferramentas podem facilitar o processo de construção do conhecimento, principalmente se forem elaboradas pelos próprios estudantes para construir novos conceitos. Nesse sentido, vários autores (DUIT, 1991; GLYNN, 1991, THIELE & TRAGUST, 1992; DUARTE, 2005; FABIÃO & DUARTE, 2005) consideram-nas úteis no ensino de ciências, pois, quando empregadas de maneira correta, as analogias desenvolvem a capacidade

cognitiva; estimulam a criatividade; facilitam a mudança e a evolução conceitual; ativam o raciocínio analógico; organizam a percepção; permitem evidenciar concepções alternativas; são ferramentas para avaliar a compreensão e o conhecimento dos alunos; tornam as explicações mais interessantes, atraindo a atenção dos alunos e, finalmente, levam o conhecimento científico a um nível mais acessível, contribuindo com o processo de abstração de conteúdos que não são familiares.

Para Bachelard (1996), os obstáculos epistemológicos, ou seja, as dificuldades encontradas, características de cada assunto, são inerentes ao uso de analogias no ensino de ciências, mas devem ser atentamente consideradas, pois podem levar o estudante a situações como: dar mais valor ao análogo em detrimento do alvo; desvalorizar as limitações da analogia; entender apenas o análogo; não entender o análogo; não perceber tratar-se de uma analogia ou, ainda, não ver sentido na analogia.

Mais recentemente, Nagem et al. (2003) destacaram essas dificuldades no uso inadequado de analogias, bem como compararam suas vantagens e desvantagens, expressas no quadro 1.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens no uso de analogias.

Vantagens do uso de analogias	Desvantagens do uso de analogias
São recursos que podem possibilitar a verificação do aprendizado dos alunos.	Diferença no entendimento entre o que se transmite e o que se recebe.
Usam termos mais familiares aos alunos.	Não sendo o aluno que gera a analogia, a aceitabilidade pode ser questionada.
Estimulam a elaboração de hipóteses e soluções de problemas.	Podem fixar conceitos equivocados.
Promovem a mudança conceitual do aluno.	Destaca um conteúdo irrelevante em detrimento do principal.
Tornam as aulas mais dinâmicas e motivadoras.	Analogias com aspectos similares podem evocar processos de raciocínio equivocados.

O uso de analogias apresenta possibilidades de ação reversa do seu intuito, pois pode não ser aceita pelo aluno que não vê a relação proposta, ou mesmo quando o professor não domina as particularidades da analogia, podendo gerar a fixação de conceitos errados e distorcidos que serão de difícil recuperação no futuro.

Outros trabalhos evidenciam que os docentes, tentando conduzir os estudantes a desenvolverem conceitos científicos complexos, acabam por lançar mão de fatos cotidianos do aluno; no entanto, a capacidade de abstração para o estudo dessas ciências é fator decisivo no desenvolvimento conceitual. Certas competências, como domínio da lógica simbólica da Matemática e a capacidade de compreender modelos, são básicas para essa construção e a ausência ou a deficiência dessas ferramentas irá interferir no sucesso da analogia empregada.

APORTES METODOLÓGICOS

Com o objetivo de observar os limites e as contribuições do uso de analogias na construção do conhecimento químico, sob a ótica de abordagem histórico-cultural. Contudo, percebemos que só seria possível uma análise desses limites e contribuições, se elaborássemos uma estratégia de observação das possibilidades do uso de analogias, como das contribuições que, efetivamente, podem ser atribuídas a ela, e quais são os seus resultados na construção dos conceitos químicos, em alunos do ensino médio.

Notamos, também, que a análise da presença da mediação do professor no momento da apresentação da analogia, seria de fundamental importância para o trabalho, pois o referencial teórico em questão nos aponta para uma necessidade desse entendimento e colabora para certas possibilidades que serão discutidas neste trabalho.

Foram feitas as gravações em áudio das aulas em que foi utilizada a analogia das canetas, associada às velocidades das reações no equilíbrio químico. Essas gravações foram transcritas e suas transcrições foram analisadas sob dois eixos: A primeira análise trata das propriedades, limitações e contribuições da analogia em questão, enquanto a segunda trata da mediação do professor, no momento em que usa a analogia. Com as gravações e as transcrições, também foi possível captar as falas dos alunos e do professor para um melhor entendimento da interação entre eles e, com isso, analisar tanto a analogia quanto a mediação.

Após cada aula, foi aplicado um teste com cinco questões aos alunos, cuja finalidade era verificar qual a amplitude (com os alunos) da estratégia da aula e se o conceito científico abordado com a analogia fora propriamente construído pelo estudante.

As transcrições e os testes aplicados nos deram a possibilidade de uma interpretação a partir do referencial teórico utilizado e a possibilidade de verificar qual teria sido a abrangência da construção do conhecimento químico na presença da analogia.

Essas gravações e transcrições foram feitas no sentido de facilitar a análise da participação dos alunos, no momento da aplicação das analogias. Entendemos que a distância entre professores e alunos pode ser diminuída com a aplicação de um conceito que é de domínio de ambos, ou que, pelo menos, pode ser discutido de forma concreta do ponto

de vista da observação deles. Sob esse aspecto, a analogia se propõe a cumprir um papel de aproximação do abstrato com o concreto, do científico com o cotidiano, do imaginário com o real e, finalmente, do professor com o aluno.

A analogia das canetas é parte do desenvolvimento da aula de equilíbrio químico, que consta do conteúdo aplicado ao segundo ano do ensino médio. Ela tem por objetivo mostrar que as velocidades no equilíbrio químico são iguais e constantes tanto no sentido direto da reação quanto no sentido inverso dela. Esse conceito mostra-se bastante abstrato para o aluno, pois o número de informações colocadas, associadas e dependentes, à sua disposição é grande e isso aumenta a dificuldade desse entendimento.

Na verdade, o que a analogia busca, com o fato de a quantidade de canetas poder ser variável, é a presença de várias possibilidades de concentração e das velocidades no equilíbrio. Isso se dá, pois a velocidade com que o professor passa as canetas para o aluno é a mesma com que o aluno as devolve para o professor, associando, assim, com o que acontece na definição de Equilíbrio pela cinética Química.

Cabe lembrar, também, que, conhecendo as limitações desse tipo de recurso didático, temos a intenção de mostrar ao aluno apenas as relações entre as concentrações dos reagentes e produtos e as velocidades no sentido direto e no sentido inverso da reação. Para explicitar bem qual é a intenção da comparação análoga a ser feita, podemos verificar as quatro primeiras questões que propusemos aos alunos logo após a aula onde se trabalhou analogia.

Questão 1 – Qual a situação das concentrações dos produtos e reagentes no início ($t = 0$) da reação?

Questão 2 - Como elas (as concentrações de reagentes e produtos) se desenvolvem no decorrer da reação?

Questão 3 – Em que momento uma reação entra em equilíbrio?

Questão 4 – Explique o motivo pelo qual as concentrações dos reagentes e produtos permanecem constantes, a partir de um determinado tempo.

Questão 5 – A “analogia das canetas”, usada durante a explicação foi útil na compreensão do conteúdo? Como isso se deu?

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A analogia das canetas procura um auxiliar na compreensão do Equilíbrio Químico e a análise das respostas do teste nos levou a interpretar que o pretendido com a analogia (interpretar que as velocidades no equilíbrio são iguais e constantes) foi respondido corretamente pela maioria dos alunos. A partir disso fizemos a distinção entre as respostas do primeiro teste em três categorias para melhor interpretá-las.

Podemos visualizar na tabela 1 o número de acertos em cada questão:

Tabela 1 - Análise das questões propostas por erros, acertos e incompletas:

	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Acertos	24 (75%)	22 (69%)	19 (60%)	22 (69%)
Erros	03 (9%)	03 (9%)	04 (12%)	06 (19%)
Incompletas	05 (16%)	07 (22%)	09 (28%)	04 (12%)

A primeira consiste no que foi considerado certo mediante aos conceitos apresentados e ao apresentado pela analogia e, para a primeira questão, consideramos certa qualquer resposta que se aproximasse do observado no gráfico colocado na lousa, relacionando a concentração dos reagentes com o tempo. O esperado na resposta era que o aluno fosse capaz de interpretar a concentração dos reagentes no início do processo como máxima, percebendo que pelo fato do processo não ter acontecido, todo o conteúdo colocado no recipiente estaria inalterado, com isso, portanto, a quantidade de produtos encontrados nesse ponto seria zero.

Para as questões consideradas erradas (03), não obtivemos respostas dos alunos, enquanto aquelas que foram consideradas incompletas (05) por vezes respondiam que as concentrações de ambos (reagentes e produtos) eram nulas ou, ainda, constantes.

Na segunda questão, foram consideradas certas as respostas que mencionavam o comportamento das concentrações de reagentes e produtos em função do tempo, considerando que a concentração dos reagentes diminuiria com o tempo até o ponto de equilíbrio, momento em que se torna constante, enquanto a concentração dos produtos aumentaria com o tempo até o momento em que ficasse constante (equilíbrio).

Já a terceira questão teve as respostas consideradas certas aquelas que indicavam a existência de um equilíbrio químico nas situações onde ou as velocidades em sentidos opostos se igualavam, ou mesmo as concentrações de reagentes e produtos se tornavam constantes.

A analogia das canetas procura exclusivamente mostrar aos alunos a relação existente entre as velocidades iguais das reações no sentido direto e inverso no equilíbrio químico, sendo que as concentrações nesse momento de igualdade se se tornam constantes e, com isso, mantendo constantes também as velocidades.

Analisando os resultados da utilização da primeira analogia percebemos, por intermédio das transcrições feitas através das gravações, que o desenvolvimento dos conceitos iniciais de equilíbrio se dá ainda com uma participação tímida da sala. Os alunos sentem dificuldade em tratar de um assunto que não dominam, embora a turma que foi

pesquisada seja uma das mais falantes que poderíamos encontrar. Vemos em um trecho da transcrição do início da aula, onde colocamos a ideia das concentrações iguais:

PROFESSOR: Existe a possibilidade de C colidir com D e produzir A e B? Espera aí, isto inverteria o sentido da reação. Pare e analise: A e B eram reagentes dentro da reação, por isso que tinham a quantidade diminuída, certo? C e D eram produtos na reação, por isso tinham a quantidade aumentada. O que acontece? A quantidade de A e B vai diminuindo a quantidade de C e D vai aumentando (mostrando no gráfico), porem desde o primeiro instante quando a gente produz o primeiro C e o primeiro D, existe a possibilidade de colisão entre eles, não existe? (Os alunos nada respondem).

Fica perfeitamente claro ao ouvirmos as gravações que os alunos estão extremamente inseguros para qualquer resposta, apresentam muita dificuldade em imaginar as situações propostas pelo professor.

Num segundo momento da transcrição da aula, onde estamos aplicando a analogia, percebemos a maior participação dos alunos como no trecho abaixo:

- PROFESSOR: Vou fazer um experimento aqui com vocês. Aí sim, experimento hein! O Henrique (nome fictício) me ajuda aqui. Galerinha eu gostaria que vocês observassem o seguinte: Eu tenho sete canetas nesta mão aqui e o que a gente tem agora é o tempo zero, ou seja, eu sou os reagentes, certo? Nós vamos ter alguns problemas nesta analogia que vou propor pra vocês agora, mas uma das coisas que eu quero que você entenda será perfeitamente possível aqui. Olha aqui, é como se eu fosse os reagentes e o Henrique fosse os produtos, no tempo zero "tá tudo" nos reagentes certo? No tempo zero não tem produto, qual é a concentração dos reagentes no tempo zero? Máxima, neste caso 7. Nos produtos?

- ALUNOS: Zero!

- PROFESSOR: O que vai acontecer com o processo da reação? A reação começa.

- ALUNOS: Você vai dando pra ele.

- PROFESSOR: Exatamente, os reagentes vão se transformando em produtos. O que está acontecendo com a concentração dos reagentes?

- ALUNOS: Diminuindo.

- PROFESSOR: Todo mundo está vendo? Bom e daí? O que está acontecendo com a concentração dos produtos?

- ALUNOS: Aumentando!

- PROFESSOR: Num determinado momento, os produtos podem começar a se transformar em reagentes, isso significa...

- ALUNO: Que equilibrou!

- PROFESSOR: Isso significa que os reagentes deixam de se transformar em produtos? Você percebeu que a quantidade de canetas que eu tenho na mão é constante? O que eu tenho aqui?

- ALUNO: *Equilíbrio!*

A partir da aplicação da analogia notamos com bastante clareza que o comportamento dos alunos perante a apresentação da analogia se torna mais ativo, eles passam a querer discutir o fenômeno que estão observando, até porque conseguem expressar em palavras o que estão vendo. As respostas erradas como que a quantidade dos reagentes e produtos são iguais ou que quando os produtos começam a se transformar em reagentes alguém diz que equilibrou, são extremamente importantes para o andamento da aula, pois cabe ao professor fazer as devidas correções.

Observamos também que, mesmo de maneira desordenada, começam a produzir um caminho para uma discussão, primeiro do que acontece entre o professor e o aluno na troca de canetas, depois relacionando, com o conceito químico proposto num esboço de desconstrução da analogia. Ainda neste primeiro momento percebemos as respostas apresentadas sem o fundamento teórico necessário, mas isso vai se organizando e a maioria dos alunos consegue (pelo que podemos observar) responder corretamente a ideia de velocidades iguais e concentrações constantes.

Ainda na transcrição podemos observar:

- PROFESSOR: *A velocidade também ficou constante. E esse estado que a gente encontrou aqui a gente vai chamar de...*

- ALUNO: *Equilíbrio!*

- PROFESSOR: *Equilíbrio químico. Aí você vai falar assim: O professor, mas a velocidade seria diferente se as quantidades fossem diferentes? Vamos imaginar que eu tenho seis canetas e o Henrique tem só uma, pode ser? (o professor pega seis canetas e continua fazendo a troca com o aluno na mesma velocidade). As velocidades podem ser iguais em quantidades diferentes de canetas?*

- ALUNOS: *Sim!*

- PROFESSOR: *Pode, eu posso ter um monte de canetas assim, ou seja, as quantidades dos reagentes e dos produtos são iguais?*

- ALUNO: *Não necessariamente!*

Não queremos afirmar aqui que essas respostas certas significam que o aluno conseguiu compreender a ideia proposta pela analogia. Podemos afirmar que a condição alcançada pelo uso da analogia convida o aluno a participar da aula, pois está sendo tratado um conceito que ele observa (ao vivo) e pode tomar as suas próprias conclusões. Essas conclusões nem sempre vem ao encontro do desejado pelo professor no primeiro momento, mas permitem com a interação verbal iniciada, que ele poderá mediar a aproximação do

aluno com o conteúdo desejado, para isso a mediação do professor se faz tão necessária nesse momento da aula.

Sabemos que é papel do professor oferecer ao estudante uma mediação entre ele e o objeto a ser estudado, neste caso articulando o entendimento do conceito de equilíbrio químico. Nas gravações, percebemos os movimentos do docente a fim de captar a atenção do aluno e sua participação, verificamos uma mudança no volume da voz, nas pausas da fala, nos apontamentos feitos no quadro, enfim, na intensidade do professor colocada nessa ou naquela situação, dando ênfase maior para esse ou para aquele caso. É possível perceber em toda a gravação o esforço do professor em manter essa interação com a maior parte dos alunos, em especial com uma sala bastante ativa tal qual essa em que foi apresentada a analogia.

Conceitos cotidianos são elaborados na relação do indivíduo com o outro, mediados pela palavra, surge da experiência com outras pessoas e continuam sendo desenvolvidos por toda a vida, enquanto os conceitos científicos apresentam-se ao sujeito pela sua definição verbal, com o seu uso de maneira não espontânea, a palavra química, por exemplo, na sala de aula, é traduzida pelo professor. Os conceitos científicos não podem ser elaborados no cotidiano, pois fazem parte de uma sistematização característicos do aprendizado escolar. Cruz e Góes (2006, p. 35) nos mostram que esses conceitos “tornam-se acessíveis principalmente nas relações escolarizadas, pela mediação deliberada e explícita de um adulto que visa à aquisição pela criança de conhecimentos sistematizados”.

Fica claro na observação das transcrições e da gravação, durante o desenvolvimento da analogia, que o professor exerce o tempo todo o papel de articulador entre o domínio e o alvo, sempre uma busca da construção do conhecimento científico. No caso dessa analogia ele passa as canetas para o aluno e as recebe de volta, chamando-as de concentração de reagentes e produtos, fazendo assim a relação, articula o concreto com o abstrato proporcionando ao aluno uma maior facilidade no entendimento do proposto.

Por fim, podemos analisar, também, a apropriação da linguagem por parte do aluno que pode ser observada tanto na gravação/transcrição, quanto nas respostas dos testes aplicados após a aula, pois “o significado da palavra só é um fenômeno de pensamento na medida em que o pensamento está relacionado à palavra e nela materializado, e vice-versa” (VYGOTSKY, 2000, p. 398). Não é possível pensar sem palavras, pois, “o pensamento não se exprime na palavra, mas nela se realiza” (p. 409).

Voltando a transcrição:

- *PROFESSOR: É verdade, mas por que a quantidade que eu tenho na mão é a mesma? E a do Henrique também?*
- *ALUNO: Conforme você um dá você recebe um.*
- *PROFESSOR: E isso significa o que em química?*

- ALUNO: $V_1 = V_2$.

- PROFESSOR: *O que significa isso? A velocidade no sentido 1, ou seja, a velocidade com que os reagentes se transformam em produtos é igual a velocidade dos produtos se transformando em reagentes. Porque que isso acontece? Isso acontece.... Hein? Hein? A hora que a velocidade fica constante, ou a hora que as velocidades ficam iguais você percebe que as concentrações ficam constantes? Você viu ali que as velocidades dependem das concentrações, as velocidades também ficam constantes. Está claro isso? Vou refazer isso. Presta atenção! Porque que a concentração de canetas na mão do Henrique é constante?*

- ALUNOS: *Porque as velocidades são iguais.*

-PROFESSOR: *Se as concentrações são constantes a velocidade não depende da concentração?*

- ALUNOS: *Sim.*

- PROFESSOR: *Se as concentrações ficaram constantes...*

- ALUNA: *A velocidade também.*

- PROFESSOR: *A velocidade também ficou constante. E esse estado que a gente encontrou aqui a gente vai chamar de...*

- ALUNOS: *Equilíbrio!*

Conseguimos ver nesse momento a preocupação do professor em desconstruir a analogia e pensar somente com os conceitos químicos desenvolvidos. Pensamos que as ações do professor ainda foram tímidas nessa parte, pois haveria a necessidade de uma maior atenção. Chamar a atenção do aluno para as complicações geradas pela analogia se mostra de absoluta necessidade, pois somente assim as conceituações poderiam ser desenvolvidas.

O processo de desconstrução da analogia é fundamental para o desenvolvimento do conceito químico pelo aluno. A não desconstrução por parte do professor pode acarretar a associação de conceitos errados de equilíbrio químico.

Entendemos, com Bakhtin, que o uso consciente da linguagem consiste em tornar seu, pela interação com o outro, o que é social. E, com base em Vigotski (2000), pensamos que o uso consciente dos conceitos químicos propicia aos estudantes formarem o seu próprio pensamento químico, evoluindo o significado dos conceitos atingindo níveis mais complexos de generalização.

Para a conclusão da analogia, vemos as respostas dadas pelos alunos referentes à quinta questão apresentada:

Questão 5 – A “analogia das canetas”, usada durante a explicação foi útil na compreensão do conteúdo? Como isso se deu?

Dos trinta e dois alunos que responderam o teste, trinta e uma respostas disseram que a analogia foi útil para a sua assimilação dos conteúdos e, com as explicações, conseguimos classificar as respostas em três grupos:

Primeiro o grupo de 17 alunos que explicaram a utilidade da analogia como um mecanismo de materialização do conceito químico. Com isso conseguimos associar essa ideia com a efetiva relação do conceito alvo com o domínio do aluno. Poderíamos entender essas respostas como vinda dos alunos que conseguem entender a proposta da analogia, onde as quantidades das canetas nas mãos do professor e aluno se tornam constantes à medida que a velocidade de transferência passa a ser a mesma. Não indica que conseguem separar a ferramenta pedagógica do processo de construção do conceito químico, pois o conceito de equilíbrio químico é bem mais amplo e, discuti-lo sob a visão Cinética é simplista e desatualizado. São visíveis nessas falas a ideia da concretização do conceito e a analogia esta efetivamente trabalhando como materializador de algo abstrato e de difícil compreensão. Pelo próprio espírito desse trabalho e apoiado na abordagem histórico-cultural, a abstração é parte fundamental da formação dos conceitos científicos, portanto a substituição dessa por alguma relação análoga concreta pode prejudicar o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. O segundo grupo, composto de 08 alunos, apresentou uma resposta se preocupando com a característica técnico/conceitual da analogia, talvez até imaginando o experimento das canetas como a reação em si.

Por final talvez, o grande desafio a ser vencido quando se ensina Equilíbrio Químico seja a ressignificação do que é equilíbrio. O conceito físico da palavra nos remete a ideia de que um ponto de apoio precisa de dois lados equivalentes para se obter o equilíbrio, além da inatividade física do mesmo, algo em equilíbrio que não se movimenta. Além do significado físico para a palavra, outros conceitos provavelmente foram desenvolvidos na história do aluno, conceitos atribuídos ao cotidiano dele como: pessoa equilibrada. Como sabemos, o conceito de Equilíbrio Químico esconde um processo dinâmico, onde reagentes estão constantemente se transformando em produtos e vice-versa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dessas analogias tem sido de real importância para o aprendizado da maioria dos alunos, porém ficou claro que existem muitas limitações a serem respeitadas e representam vários problemas na sua utilização. Entendemos que quanto mais delimitada estiver sendo a comparação do alvo com o domínio, maiores serão as chances de o estudante compreender o assunto e, portanto, ter melhor sucesso no aprendizado.

Notamos que as limitações do uso de analogias não se resumem apenas a selecionar os casos em que ela pode ser empregada, ou mesmo, nos possíveis problemas que podem

ser apresentados na aplicação das mesmas, problemas esses que devem ser expostos no momento do seu uso, mas na definição exata de alvo e domínio por parte do mediador.

A abordagem histórico-cultural contribuiu de maneira significativa para o entendimento dessas analogias, principalmente, a interação verbal. Observamos que uma das maiores dificuldades enfrentadas pelo professor na construção do conhecimento, por parte do estudante, é a de estabelecer uma interação aberta com o seu aluno, onde ele poderia questionar o professor com algo que ele já conceitua e participar da aula de maneira completa abrindo caminho para a atuação do mediador.

As analogias são portadoras de várias deficiências e a responsabilidade de usá-las, ou não, fica por parte do professor. Cabe a ele o julgamento da real necessidade da sua utilização. Notamos que é uma tarefa mais fácil para o aluno elaborar algum conceito científico com a ajuda das analogias, seja com alguma experiência já ocorrida, ou algum acontecimento que ele vê, do que propriamente a discussão direta de conceitos científicos abstratos como o de equilíbrio químico. Essas analogias podem levar os alunos à construírem conceitos equivocados de maneiras praticamente irreversíveis e algumas construções só são bem sucedidas por virem acompanhadas de uma boa mediação.

Vemos que a articulação da mediação do professor com a adequação da analogia para o assunto alvo e o público a que se destina é de extrema importância para que os resultados sejam satisfatórios. A simples comparação análoga deste para aquele fenômeno não propicia um efeito equivalente, pois só o professor pode mediar de maneira correta o conhecimento cotidiano com o conhecimento científico dentro da sala de aula.

Verificamos que a relação da abordagem histórico-cultural, usada como referencial teórico para este trabalho, mostrou ser bastante eficiente, não para afirmar que essas ferramentas são um atalho bastante razoável para chegarmos aos conceitos científicos desenvolvidos pelos alunos, mas para, no máximo, seu bom desempenho como atrativo dentro de uma sala de aula.

Por fim, pensamos em ter acrescentado, com esta pesquisa, mais um item para desvendar as possibilidades e limites dessas ferramentas largamente utilizadas. Pensamos que o uso da analogia se dá como a necessidade de se fazer entender em qualquer momento de aprendizado.

Cada vez que uma pessoa tenta explicar algo abstrato a alguém e tem dificuldade em fazê-lo, na maioria dos casos, ela aplicará uma analogia. Isso se torna muito frequente no nosso cotidiano, porém um professor que se compromete com os conceitos elaborados pelos seus alunos, precisa fazer isso com cuidado, estudando-as a fundo antes da sua utilização.

Referências

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Contribuição para uma Psicanálise do conhecimento. 5ªed. Rio de Janeiro, Contraponto, 2005.

BAKTHIN, M. **Estética da criação verbal**. Trad. Paulo Bezerra. 5 ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2010.

CURTIS, R. V.; REIGELUTH, C. M. **The use of analogies in written text**. Instructional Science, Dordrecht, v. 13 (2), p. 99-117, 1984.

DAGHER, Z. R. **O caso das analogias no ensino da ciência para a compreensão**. In J.J Mintzes, J.H. Wandersee& J.D. Novak (Eds.). *Ensinando Ciência Para A Compreensão* (pp. 180-193). Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

DUARTE, M. C. **Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios**. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.10 (1), p. 07-29, 2005.

DUIT, R. **On the role of analogies and metaphors in learning science**. Science Education. v.75,n.6, 1991.

FABIÃO, L. S.; DUARTE, M. C. **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, v.4 (1), p. 1-17, 2005.

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

FONSECA, E. G. F; NAGEM, R. L., **A utilização de modelos, analogias e metáforas na construção de conhecimentos significativos à luz da teoria de Vygotsky**. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010.

FRANCISCO JR, W. E. **Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo PNLEM 2007**. Ciências e Cognição. Rio de Janeiro, v. 14 (1), p. 121-143, 2009.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. **Science Analogies: avoid misconceptions with the systematic approach**. The Science Teacher, n. 61, p. 40-43, abril, 1994.

HARRISON, A.; TREAGUST, D. F. **A typology of school science models**. International Journal of Science Education, 22(9), p. 1011-1026, 2003.

GLYNN, S. M.; TAKAHASHI, T. **Learning from analogy-enhanced science text.** Journal of Research in Science Teaching, v.35 (10), 1989.

MÓL, G. S. **O uso de analogia no ensino de química.** Tese (Doutorado em Educação em Química) Universidade de Brasília: Brasília/DF, 1999.

NAGEM, R. L. **Expressão e recepção do pensamento humano e sua relação como processo de ensino e de aprendizagem no campo da ciência e da tecnologia: imagens, metáforas e analogias.** Seminário de Metodologias de Ensino na Área da Educação em Ciência. Belo Horizonte, 1997.

PERELMAN, C. **Argumentação.** In: Enciclopédia Einaudi. Lisboa: Imprensa Nacional/Casa da Moeda, 1987.

RODRIGUES, L. P. **Analogias, Modelos e metáforas na produção do conhecimento em Ciências Sociais.** Pensamento plural - periodicos.ufpel.edu.br. 2010.

THIELE, R. B.; TREAGUST, D. F. **The nature and extent of analogies in secondary chemistry textbooks.** Instructional Science, v. 22, n. 6, p. 61-64, 1994,

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2008.

RESUMO

Este artigo é uma análise feita por um professor de ensino médio sobre a sua prática com analogias em aulas de Química sob a ótica da abordagem histórico cultural. Para este estudo foi escolhida uma analogia referente ao equilíbrio químico, onde professor e aluno trocam canetas a fim de demonstrar a definição de Equilíbrio Químico mostrando suas propriedades e suas deficiências e as suas eventuais possibilidades de colaboração que ela pode contribuir para a construção do pensamento químico do aluno. Para uma melhor compreensão as aulas foram gravadas e transcritas e logo após o uso da analogia, foi aplicado um teste aos alunos de ensino médio para que se apresentassem as possibilidades de análise dos resultados. Os conceitos da abordagem histórico-cultural desenvolvidos inicialmente por Vygotsky, principalmente: interação verbal, formação de conceitos, e significação e ressignificação de palavras serviram de base para a melhor compreensão do uso dessa analogia.

RESUMEN

Este artículo es un análisis realizado por un profesor de enseñanza media sobre su práctica con analogías en las clases de Química bajo la óptica del enfoque histórico cultural. Para este estudio se eligió una analogía referente al equilibrio químico, donde el profesor y el alumno intercambian plumas para demostrar la definición de Equilibrio Químico mostrando sus propiedades y sus deficiencias y sus eventuales posibilidades de colaboración que puede contribuir a la construcción del pensamiento químico del alumno. Para una mejor comprensión las clases fueron grabadas y transcritas y luego del uso de la analogía, se aplicó una prueba a los alumnos de enseñanza media para que se presentaran las posibilidades de análisis de los resultados. Los conceptos del enfoque histórico-cultural desarrollados inicialmente por Vygotsky, principalmente: interacción verbal, formación de conceptos, y significación y ressignificación de palabras sirvieron de base para la mejor comprensión del uso de esa analogía.