

O que professores de química entendem sobre *visualizações* e suas representações.

Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos* (PG), Agnaldo Arroio (PQ)

flaviavasconcelos@usp.br

Faculdade de Educação – USP

Palavras-Chave: concepções, professores de química, visualizações.

RESUMO: Diante das exigências referentes ao ensino de química, diversas visualizações (softwares, vídeos, animações, modelos moleculares, etc.) são utilizadas com o intuito de potencializar a compreensão dos fenômenos químicos em sala de aula. Entretanto, muitos professores usam de forma restrita estes recursos, restringindo a uma compreensão macroscópica sem relação com o microscópico e as representações mentais que os alunos constroem ao assistirem as aulas. Deste modo, este trabalho apresenta as concepções de professores de química sobre visualizações, seus exemplos e uso em sala de aula.

INTRODUÇÃO

O ensino de química sempre foi muito atrelado à realização de experimentos e aulas de laboratórios, com fins de ilustração e/ou investigação de conteúdos a serem explorados do macroscópico para a compreensão do micro. Mas, com o passar dos anos, se observa um aumento na criação de recursos visuais (softwares, vídeos, modelos moleculares, etc.) e sua utilização com 'manuais' quase que irrefutáveis. O objetivo da inserção destes recursos em sala de aula se baseia na possibilidade de uma melhor compreensão da ciência química por parte dos alunos, além de permitirem que estes transitem melhor entre as três dimensões da química: macroscópica, submicroscópica e simbólica (JONHSTONE, 1993).

Mesmo assim, percebe-se que o crescente número destes recursos é contrário ao número de formações para professores que permitam servir-se destes, com objetivos claros quanto aos pressupostos de usabilidade em sala de aula. Sem a formação adequada, muitos professores podem cometer equívocos que pode comprometer a compreensão de aspectos específicos que são transmitidos ao se utilizar estes recursos.

Considerando que haja uma dificuldade na compreensão significativa da disposição de formas gráficas e representativas do conhecimento químico, por parte dos professores, constitui-se assim profissionais que dominam interpretações equivocadas que são refletidas na aprendizagem dos alunos em sala de aula. Este fato é devido à omissão de questões epistemológicas e ontológicas de tais representações nos cursos de formação inicial e continuada de professores (FERREIRA; ARROIO; 2010). Pois,

estamos certos que é possível articular fundamentos epistemológicos da Química, como a especificidade da representação estrutural, com a organização das atividades de ensino na direção de superar visões equivocadas pela memorização ou pelo experimento ingênuo. Para tanto é necessário focar a atenção na estruturação de atividades pelas quais as formações discursivas abriguem elementos representacionais das realidades macroscópicas e submicroscópicas, de modo que os estudantes dominem estes elementos para elaborar significados na fronteira destas realidades (GIORDAN, 2008, p.81).

Esta situação é atenuada quando os professores escolhem recursos sem fazer relação com a sua importância no contexto de sua aula e sem a preocupação de como ocorrerá à compreensão daquele conteúdo ministrado e se este é suportado pelo recurso utilizado durante a aula. Destacando-se a necessidade de haver coerência entre o que é dito pelo professor, o recurso que este utiliza e as representações que o aluno faz durante o processo de aprendizagem.

No crescente número de pesquisas sobre recursos visuais (modelos) no ensino de química, percebe-se a dificuldade de alunos e professores em construir e relacionarem estes modelos com habilidades de visualização espacial e analogias visuais (TERUYA; MARSON, 2010).

Na década de 90, iniciando-se a era da inserção tecnológica em sala de aula, e os softwares do tipo 2D e 3D que permitiam a construção de modelos virtuais (FERREIRA; ARROIO, 2010), possibilitaram que pesquisadores com foco no ensino médio e superior (JOHNSTONE, 1993; DRIVER et al, 1994; GABEL, 1999; HYDE et al, 1995; EALY, 1999) investigassem como estes recursos tinham o processo de ensino e aprendizagem em potencial para o ensino de química e assim, os alunos conseguiram navegar entre os vários modos de representação, demonstrando porque tinham dificuldade em aprender no sistema de transmissão de conhecimentos (ensino tradicional).

Outros estudos (WU, KRAJCIK e SOLOWAY, 2001; FERK et al, 2003; SAVEC, VRTACNIK e GILBERT, 2007; KOZMA e RUSSEL, 2007), reforçaram o princípio que a visualização ocupa um papel central na aprendizagem, uma vez que os estudantes do ensino médio e superior apresentam dificuldades para interpretar fenômenos e transformações químicas em termos de modelos representacionais atualmente aceito (GARNET; GARNET; HACKING, 1995).

De qualquer perspectiva que se investigue, é fato de que professores pesquisadores e profissionais de química necessitam ter o domínio de expressar os conhecimentos químicos pela articulação das três dimensões da realidade: macroscópica, submicroscópica e representacional (JOHNSTONE, 1993; GABEL; BUNCE, 1994; GARNET; GARNET; HACKING, 1995; GABEL, 1998; BOWEN, 1998; ARDAC; AKAYGUN, 2004). Dessa forma, se reforça o paradigma de que a utilização de visualizações em situações estruturadas de ensino seja bastante produtiva para os estudantes se apropriarem das formas de pensamento químico. Ressaltando que, para que isto ocorra, os professores de química, durante a sua formação, devem apropriar-se destas representações, sendo capazes de elaborar seus significados relacionados à realidade (GIORDAN, 2008).

Neste âmbito, diferentes definições para o termo '*visualização*' têm sido utilizadas em pesquisas educacionais. De acordo com Gobert (2007), pode-se ter três usos representacionais: visualização externa, visualização interna e ainda um terceiro como um tipo de habilidade espacial. Pode-se dizer, resumidamente, que a visualização externa refere-se tipicamente àquela utilizada para o aprendizado: gráficos, diagramas, modelos, simulações, animações, etc. Tendo diferentes características e, assim diferentes recursos são necessários para os aprendizes atribuírem significados. Essa aproximação é similar ao que Gilbert, Reiner e Nakhleh (2008), referem-se à visualização como um *substantivo*. A visualização como uma representação interna é também usada para descrever construções (representações) mentais internas, que é individual e, sendo construída pelo indivíduo, de forma individual ou coletiva e é necessária em química, uma vez que o professor e o estudante terá que ter um modelo mental de algo que está estudando, por exemplo, um

modelo mental de átomo (GILBERT, 2007). Além disso, as representações internas podem ficar armazenadas na memória e a pessoa pode restaurá-la a fim de resolver problemas, criar inferências e tomar decisões (RAPP; KURBY, 2008). Entretanto, essa atribuição não é consensual; há muita divergência entre os psicólogos cognitivos sobre representações visuais internas em termos do seu formato representacional (formas proposicional/semântico ou visual) e sua validade psicológica (GOBERT, 2007). Por último, visualização é também usada para descrever um tipo de habilidade espacial (GOBERT, 2007). Essas duas últimas atribuições (visualização interna e visualização como um tipo de habilidade espacial) são similares ao que Gilbert, Reiner e Nakhleh (2008), descrevem a visualização como um verbo, em que há uma ação mental na representação (LOCATELLI, 2011).

Os exemplos dados como visualização externa foram utilizados no questionário de investigação como possíveis exemplos de “visualizações” em química. Considerando que as visualizações são importantes para a compreensão cognitiva dos fenômenos químicos, com suas potencialidades e limitações específicas de cada exemplo (STIEFF; BATEMAN JR; UTTAL, 2007).

Deste modo, o presente texto apresenta uma pesquisa realizada com professores de química, sobre o que estes compreendem sobre visualizações e suas exemplificações, buscando verificar também o quão relevante é para estes professores a sua utilização. Para fins de análise também foi utilizada a Teoria da Codificação Dual (TCD) de Alan Paivio que prediz que a transmissão de informações ocorre de forma mais efetiva quando são utilizados os canais verbal e visual (PAIVIO, 1986). Estes dois códigos organizam a informação em conhecimentos para a ação, armazenamento e recuperação posterior (STERNBERG, 2008). Assim, a percepção tanto de textos quanto de imagens se dá por meio dos olhos; porém, após a entrada pelo sistema perceptivo, textos são transferidos para o canal verbal e imagens para o canal pictórico. Segundo esta teoria, pelo menos dois canais especializados no processo de informação existem. Um canal seria responsável pelo processamento da informação não verbal (objetos, eventos e imagens), outro canal processaria a informação verbal (texto impresso ou falado). Deste modo, compreende-se então, que informações armazenadas nos dois sistemas sejam mais facilmente lembradas do que aquelas armazenadas num único sistema. Complementando as análises com as concepções sobre obstáculo epistemológico de Bachelard (2008) e a semiótica de Peirce (GOIS, GIORDAN, 2007).

METODOLOGIA

A pesquisa consistiu na criação de um questionário virtual construído na plataforma ‘JetForm’ (<http://www.jotform.com/>) e sua aplicação para professores de química em um período de três semanas. Este tipo de questionário foi escolhido devido a sua potencialidade de divulgação, ampliando assim a pesquisa para professores de química de todo o país, contendo questões abertas e fechadas que traçavam o perfil do entrevistado (sexo, idade, formação, experiência e tempo de ensino, disciplinas) e suas concepções sobre visualizações (conceito, exemplos, utilização destes recursos em suas aulas, e conteúdos que requer o uso de visualizações). O layout do questionário pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1: Layout do Questionário virtual. Disponível em: <http://jotformz.com/form/20825011470643>

A pesquisa foi divulgada através de correio eletrônico, com informações sobre os objetivos da pesquisa e da pesquisadora. O recebimento das respostas eram salvas automaticamente na base de dados da plataforma *JetForm* e no email cadastrado, incluindo informações de data e hora do registro das respostas dos professores. O uso desta plataforma foi considerado satisfatório aos processos de fechamento da coleta de informações, devido o sistema disponibilizar mecanismos para geração de dados das perguntas fechadas e de armazenar as mesmas. Após o período de coleta, foi realizada uma análise exploratória dos dados segundo as referências citadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo, 123 professores responderam ao questionário, mas dois questionários foram desconsiderados pelos sujeitos não lecionarem disciplina de química. Totalizando assim, 121 sujeitos que lecionam disciplinas de química (ciência pura e/ou pedagógica), sendo estes de 20 estados brasileiros – AL(1); AM (1); BA (4); CE (1); ES (2), GO (8), MA (1), MT (3), MG (12), PA (2), PB (3), PR (7), PE (38), PI (2), RN (1), RJ (4), RS (3), SC (3), SP (21), SE (2) – e o Distrito Federal (2).

Dos professores que participaram da pesquisa, 68 eram do sexo feminino e 57 do sexo masculino. Ao analisar os cursos de formação, 95 professores informaram ter formação específica na área de química (licenciatura/bacharel/mestrado e/ou doutorado), as demais formações citadas foram: farmácia e bioquímica (3); engenharia química (7); biologia (6); matemática (2); licenciatura em ciência – habilitação em química (6); química industrial (1) e agroquímica (1). Os profissionais estavam compreendidos em uma faixa etária de 18 – 25 anos (17), 26 – 30 anos (23), 31 – 40 anos (56), acima de 45 anos (45), estes também informaram a área de atuação nos diferentes níveis de ensino: ensino fundamental (58), ensino médio (103), técnico (37) e superior (67).

Independente do nível de formação, o termo principal da pesquisa 'visualizações' foi analisado, ao se questionar: "Explique, de forma sucinta, o que você entende pelo termo "visualizações" no ensino de química?". Muitas respostas elucidavam, basicamente, os seguintes pontos: *representar algo* (38); *utilizar recursos* (42); *enxergar/tonar visível/visualizar* (10); *método/estratégia de ensino* (17); *entender algo* (5) e, *signos/significado/modelos* (6). Neste item, uma professora não respondeu,

outro informou não entender o termo, e uma terceira fez a associação de três pontos: 'representar, 'signos/significado/modelos' e 'enxergar/tornar visível', ao responder o seguinte:

“Modelos que permitam tornar “visível” certos conceitos relativos a fenômenos em nível microscópico. Representações”.

Esta informação permite interpretar que a professora faz a associação do termo 'visualizações' como uma representação (nível macro) do que não enxergamos (micro) relacionados a termos químicos. Todos os professores que usaram o termo representar como resposta fez uma associação com as palavras 'microscópico' e 'macroscópico'. Entretanto, apenas 12 professores inferiram sobre as interpretações internas que requer habilidades espaciais e alto nível de entendimento que esses modelos, quando utilizados em sala de aula, podem permitir a uma melhor aprendizagem. Estes usaram os termos 'imaginar; criar; abstrair'. É possível verificar estes dados ao analisar a resposta a seguir:

“A Química envolve a interpretação das mudanças na matéria, e trabalha-se em termos de mudanças imperceptíveis na dimensão submicroscópica. Utiliza-se, então, representações de forma simbólica e abstratas usando símbolos e fórmulas químicas, equações gráficos, imagens, etc. Penso então, que “visualizações” significaria o uso de todo tipo de representação não-verbal.”

Nesta resposta, destaca-se também a percepção do professor para a importância da utilização de linguagens não verbais no ensino de química, caracterizando que o mesmo compreende a importância da imaginação nas operações cognitivas, onde o conhecimento é aumentado quando se apresentam a informação de modo verbal e não-verbal da TCD (PAIVIO, 1986). Outras respostas também apresentam a ideia do TDC e da linguagem não verbal:

“Entendo como sendo imaginar como algo que ocorre submicroscopicamente, criando uma imagem de algo que não vemos, mas acreditamos que ocorra desse modo.”

“Competência representacional associada à necessidade da química trabalhar com representações que demandam habilidades de imaginação intuição e grafia de entidades com os quais trabalha”

“Entendo como o conjunto de exercícios mentais e recursos pictóricos através dos quais damos forma concreta a um conceito abstrato. Um modelo seria, de certa forma, uma tentativa de visualização”

Ao analisar o termo 'utilizar recursos', os professores citaram muitos exemplos figurativos, como se a visualização estivesse relacionada direta e exclusivamente com algum recurso didático, que facilitasse a compreensão dos fenômenos químicos, vejamos a seguir:

“Uso de diagramações, figuras e símbolos para auxiliar no ensino de química.”

“São imagens, figuras que reúnem uma informação breve, geral sobre os conteúdos de química.”

“São imagens que representam como deveriam ser os formatos de partículas, átomos ou moléculas e como se arranjam no espaço, se pudessem ser observadas, para um melhor entendimento dos seus comportamentos.”

“Diagramas, desenhos, gráficos, ilustrações e softwares que “facilitem” o ensino de química.”

“São imagens, gráficos, simulações que podem auxiliar na percepção do fenômeno e teorias em química.”

“Utiliza-se de ferramentas (imagens, vídeos, estruturas físicas) para passar ao aluno a realidade da química.”

“São recursos utilizados através de figuras, imagens para facilitar a compreensão do conteúdo abordado.”

“É o uso de algum recurso imagético, seja figura, micrografia, representação didática de algum modelo teórico.”

Percebe-se nestas respostas a relação direta que o professor faz do termo ‘visualização’ com um recurso que seja auxiliar no processo de aprendizagem do aluno, concebendo uma visualização externa dos fenômenos químicos. Apenas um professor, nesta classificação, destaca como um contexto não verbal, quando ele diz que

“Visualização é um termo amplo, mas no contexto de ensino de química, lembra mais esquemas, ilustrações, imagens, infográficos e outros recursos não textuais que representam um ou mais aspectos do tópico em estudo.”

Ou seja, além da utilização das informações verbais utilizadas em sala de aula, para uma melhor compreensão da ciência química, utilizam-se também os recursos não verbais. Continuando a análise das respostas, 10 professores informaram que ‘visualizações’ são formas de se “ver”, “enxergar” os fenômenos químicos, ‘tornando visíveis’ ‘concretos’ aquilo que não se vê, como se verifica nas respostas abaixo:

“São formas na qual enxergamos os fenômenos químicos”

“O que podemos analisar como forma concreta de ensino ligado as estruturas das moléculas em química.”

“Realizar a concretização dos conceitos”

“O que se quer exemplificar de forma mais real. Algo que seja mais visível”

“Visualizações são formas visíveis de componentes químicos”

Estas concepções presentes no discurso do professor possibilitam que os alunos desenvolvam obstáculos epistemológicos. Especificamente, o obstáculo realista que Bachelard (2008) descreve que na tentativa de facilitar a compreensão, busca-se concretizar o abstrato através das imagens.

Em relação às respostas com itens ‘método/estratégia de ensino’, os professores relacionavam com o processo de aprendizagem dos alunos, como se a ‘visualização’ estivesse intrínseca no método de ensino, permitindo que os alunos compreendessem melhor os conceitos da ciência química, como se verifica abaixo:

“O grau de complexidade do conhecimento químico que meus alunos alcançassem numa análise de situação-problema (que pode ser de pesquisa ou do próprio cotidiano dele)”.

“Maneira de perceber e abordar os conceitos de química”

“Possíveis ideias vindas de conceitos prévios”

“Entendo como estratégias de potencialização para compreensão de alguns conceitos químicos”

“Tema importantíssimo no ensino de química, pois dará ao aluno suporte para que o mesmo possa entender a matéria.”

“Conceber o ensino de química de forma clara e útil unindo o essencial, o prático e o científico na construção do conhecimento do aluno.”

No item ‘entender algo’, os professores escrevem o verbo “entender” com outros termos nas categorias anteriores, enfatizando que ‘visualização’ consiste em ‘algo’ que é utilizado para ‘entender’ a ciência química. Por fim, no item ‘signos/significado/modelos’, os professores respondem se referindo a signo/significado, vejamos a seguir:

“Imagens que tem por trás algum modelo explicativo e tem a finalidade de mediar a significação de algum conceito. Diferente de símbolos.”

“[...] a criação de modelos mentais a partir da internalização de conceitos químicos [...] Qualquer signo que possa ser associado um conceito com sentido e significado.”

“Entendo de forma ampla como sendo todo sinal ou símbolo. Já que tudo que pode ser visto é por nós interpretado de alguma forma. A questão maior é da significação do sinal/símbolo, isso só pode ser feito por meio do trabalho semiótico de significação. Penso que uma equação também é uma visualização, pois ela chega a ser tão carregada de significado que torna-se uma ‘imagem’ com sentido para quem a vê.”

Segundo a teoria semiótica de Peirce (GOIS, GIORDAN, 2007), o conhecimento humano pode ser representado por uma tríade (signo, objeto e interpretante). Um signo é tudo aquilo que representa algo para alguém, como por exemplo, desenhos, símbolos, situações ou imagens. E, nesta ideia de tríade, o objeto, que é representada pelo signo, pode existir concretamente ou não. Neste sentido, quando o professor infere que “uma equação também é uma visualização [...] carregada de significado [...]” pode-se interpretar como o signo (equação) que representa o objeto (reação química). Para uma melhor compreensão destes signos no ensino de química, o professor tem um papel fundamental, pois o mesmo irá mediar o conhecimento abstrato através da linguagem verbal e não-verbal, potencializando os

signos, possibilitando que o estudante consiga compreender que este recurso é uma representação de um objeto que pode existir ou não.

A questão explorada em seguida, apresentava imagens que podem se referenciar como 'visualizações', com a finalidade de questionar quais os professores considerariam como visualizações (Figura 2).

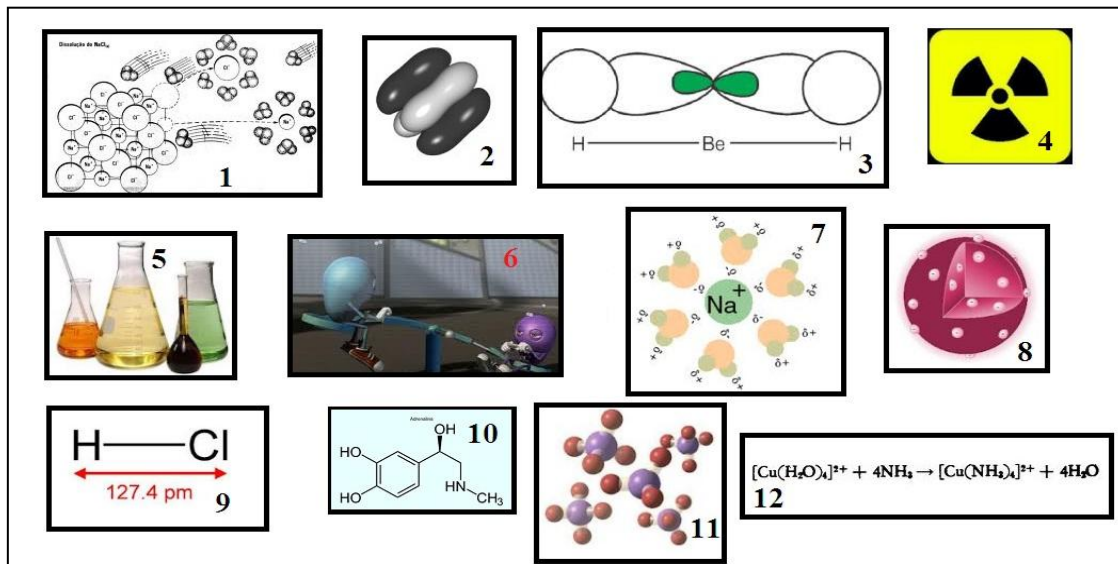
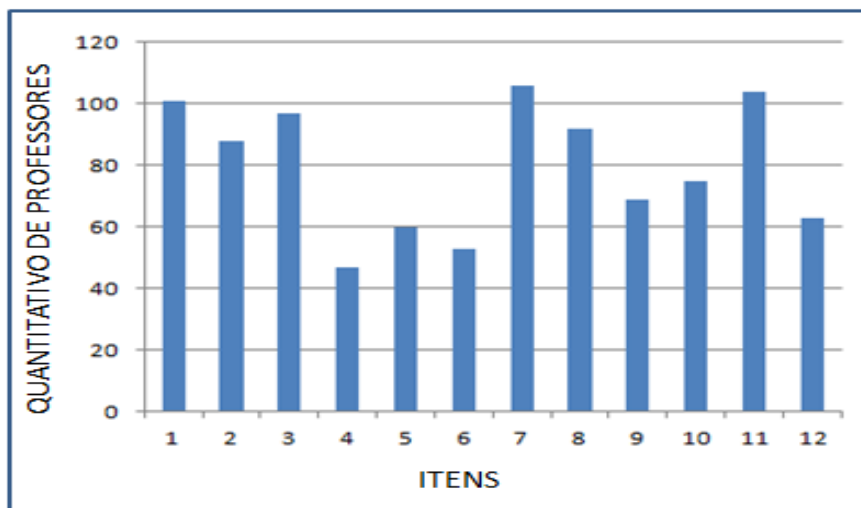


Figura 2: Imagens utilizadas no questionário da pesquisa. Definições: 1) *Representação com ideia dinâmica da dissolução do NaCl*; 2) *Representação atômica com nuvens eletrônicas*; 3) *Representação da ligação química do hidreto de berílio com a Teoria da Ligação de Valência*; 4) *Símbolo da radioatividade*; 5) *Vidrarias / soluções*; 6) *Vídeo com propriedades do átomo de oxigênio*; 7) *Representação da interação de íons sódio (Na+) com moléculas de água*; 8) *Representação do modelo atômico de Thomson*; 9) *Distância da ligação química do átomo de hidrogênio e cloro no ácido clorídrico em picômetros*; 10) *Representação estrutural da molécula de adrenalina*; 11) *Representação molecular (bola/vareta) para o metano*; 12) *Equação química representativa da formação do tetraaminocobre II*.

Todas essas imagens podem ser descritas como visualizações no ensino de química, sendo não verbais construídas para representar o nível microscópico para compreensão dos fenômenos químicos. O gráfico 1 representa o quantitativo de professores que escolheram cada item.

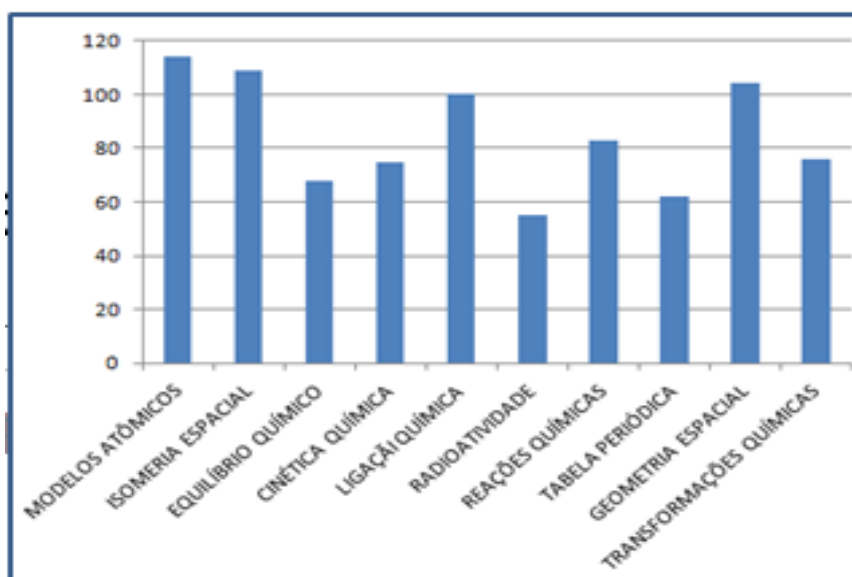
Gráfico 1: Relação do quantitativo de professores aos escolherem as imagens da figura 2



Ao analisar o gráfico, percebe-se que quase a maioria dos professores considera como ‘visualização’ imagens (itens 1, 2, 3, 7, 8, 11, 12) que representam esferas (modelo atômico de Dalton), mesmo com a evolução do modelo atômico, a representação deste ainda é utilizada nos livros didáticos como se apresentassem o modelo “concreto” do átomo como esferas maciças. Mais uma vez, todos estes itens são visualizações, entretanto, se o professor não elucidar de que isto é uma representação, não o modelo real, o aluno poderá obter uma má interpretação do modelo levando a generalizações, e conseqüentemente a formas de raciocínios equivocados. Um quantitativo menor de professores indicaram o símbolo da radioatividade (item 4) como uma visualização, o que é, pois, a imagem indica que este símbolo representa um material que emite radiação. O item 6 também foi pouco indicado pelos professores, o mesmo se refere a um vídeo, que é um dos recursos visuais mais utilizados no ensino de química, junto a representação molecular.

Por fim, nesta pesquisa, foi considerado os assuntos que o professor informava a necessidade do uso de visualizações e o porque da escolha, foram citados 10 assuntos tendo a possibilidade dos professores informarem outros (Gráfico 2).

Gráfico 2: Quantitativo de assuntos indicados pelos professores para o uso de visualizações



A maioria dos professores escolheram modelos atômicos, isomeria espacial e geometria espacial como assuntos que requeriam a utilização de visualizações. Este fato pode ser explicado devido à associação direta que se faz destes conteúdos com modelos. Pois, se ensina modelos atômicos, pelo próprio nome, com representações visuais da estrutura da matéria estudada por vários cientistas no decorrer dos anos. E, isomeria espacial e geometria espacial, como se explora a disposição espacial dos átomos em uma molécula, inevitavelmente se faz necessário a utilização destes recursos. Em um menor quantitativo, cita-se radioatividade e tabela periódica, a própria tabela periódica é um instrumento visual que apresenta a organização dos elementos químicos descobertos até então. Sendo, um instrumento de consulta que infelizmente muitos professores de química a utilizam como meio decorativo para se aprender a nomenclatura dos elementos. Com outros assuntos, os professores citaram: reações de compostos orgânicos (5); termoquímica (3); e, eletroquímica (2).

Como justificativa da escolha do recurso, quase que de modo unânime, os professores informaram que utilizavam estes recursos para que os alunos ‘compreendessem melhor aquilo que é ‘abstrato’, facilitando assim o seu processo de aprendizagem sobre os fenômenos químicos. Vejamos algumas respostas a seguir:

“Por exigir um bom nível de abstração, os assuntos selecionados podem ser melhor compreendidos através de modelos que representem o que pode ocorrer em nível microscópico de forma mais concreta.”

“São os assuntos mais abstrato de compreensão por parte dos alunos”

“São assuntos que exigem um certo grau de abstração. Neste caso seria necessário o uso de modelos e visualizações.”

“As imagens auxiliam na transposição do macroscópico para o microscópico. Auxiliam no processo de abstração, idealização, de conceitos e definições.”

“Por tratar-se de conceitos abstratos ou transformações que ocorrem a nível submicroscópico.”

“Praticamente em todos os tópicos é necessário relacionar aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais.”

As respostas enfatizam a proposta de se utilizar visualizações como recursos auxiliares no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de química. Reforçamos ainda que estes precisam estar associados aos três níveis representacionais, como foi apresentado na última resposta.

CONCLUSÕES

A pesquisa nos mostrou o quão diverso é o entendimento dos professores sobre visualizações, e que estes utilizam para ‘facilitar’ o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, em diferentes níveis de ensino, e independente de sua formação. A utilização do questionário virtual possibilitou coletar dados de diferentes estados do país, o que propôs uma diversificação nas respostas apresentadas sobre o que seria ‘visualizações’.

Por ser considerada uma ciência ‘abstrata’, mas com diversas aplicações no cotidiano, os professores devem realizar em sala de aula correlação direta das três dimensões da química: macroscópica, submicroscópica e simbólica. Enfatizando que as imagens, animações, gráficos e etc. são representações que explicam os fenômenos ao nível microscópico. Investigando também quais representações os alunos estão fazendo destas explicações para que ele não distorça ou compreenda de modo equivocado as explicações científicas referente a ciência química.

Diante das respostas analisadas, os professores ainda precisam compreender mais adequadamente o que são ‘visualizações’ bem como o potencial de uso destes recursos em sala de aula, não se restringindo apenas a sua utilização de modo demonstrativo, evidenciando concepções ingênuas acerca do tema (FERREIRA; ARROIO, 2009).

Implicando na necessidade da inserção desta temática, explicitamente, nos cursos de formação inicial ou continuada visando uma formação mais contemporânea para os professores de química (FERREIRA; BAPTISTAS; ARROIO, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARDAC, D.; AKAYGUN, S. Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on student's understanding of chemical change. **Journal of Research in Science Teaching**, 41 (4), 2004, p.317.
- BACHELARD, G. **A formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro Contraponto editora. 314p.1996.
- BOWEN, C.W. Item design considerations for computer-based testing of student Learning in chemistry. **Journal of Chemical Education**, 75; 1998, p. 1172-1175
- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. **Educational Research**, 1994. v. 23, n.7, p.5-12
- EALY, J.B. A student evaluation of molecular modeling in first year college chemistry. **Journal of Chemical Education and Technology**, 1999. 8(4), p. 309-321
- FERK, V.; VRTACNIK, M.; BLEJEC, A.; GIRL, A. Pupils' understanding of molecular structure representations. **International Journal of Science Education**, 2003. 25:10, p.1227-1245.
- FERREIRA, C.; ARROIO, A. Teacher's education and the use of visualizations in chemistry instruction. **Problems of Education in the 21st Century**. 2009. 16, p. 48-53.
- FERREIRA, C.; ARROIO, A. What Do Pre-Service Teachers Think About Visualizations and its Use in Chemistry Instruction? In: **Proceedings of 14th International Organization for Science and Technology Education**. Slovenia: 2010. [CD-ROM].
- FERREIRA, C.; BAPTISTA, M.; ARROIO, A. Visual tools in teaching learning sequences for Science education. **Problems of Education in the 21st Century**. 2.11. 37, p. 48-58.
- GABEL, D.L. Improving teaching: and learning through chemical education research: a look to the future. **Journal of Chemical Education**, 1999. 76, p.548-554.
- _____. The complexity of chemistry and implications for teaching. In: FRASER, B.J.; TOBIN, K.G. (Eds.) In: **'International Handbook of Science Education'**. London: Kluwer Academic Publishers, 1998. P. 233-248.
- GABEL, D.L.; BUNCE, D.M. Research on problem solving: chemistry. In: GABEL, D.L. (ed.). In **'Handbook on research on Science Teaching and Learning'**. New York, USA: Macmillan, 1994. p.301-326.
- GARNET, P.J.; GARNET, P.J.; HACKING, M. W. Student's alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. **Studies in Science Education**, 25, p. 69-95, 1995.
- GILBERT, J.K. Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer. 2007. p. 61-72
- GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. Introduction. In J.K.Gilbert, M.Reiner, M.Nakhleh(eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Holland: Springer, p.1-2, 2008.
- GIORDAN, M. **Computadores e Linguagens nas aulas de ciências**. Ujuí: Unijuí, 2008.

GOBERT, J.D. Leveraging technology and cognitive theory on visualization to promote students' science. In John K. Gilbert (Eds.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, p. 73-90, 2007.

GOIS, J; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola**. n.7, p. 34 – 42, dez. 2007

HYDE, R. T., SHAW, P. N., JACKSON, D. E., WOODS, K. Integration of molecular modeling algorithms with tutorial instruction. **Journal of Chemical Education**, 1995. 72 (8), p.699-702

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, 1993. 70 (9), p. 701-705

KOZMA, R.; RUSSEL J. Pupils Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. GILBERT (ed.) **Visualization in Science Education**. Springer, 2007a. p.121-146

LOCATELLI, S.W. **Análise da manifestação de elementos de metavisualização na aprendizagem de Química**. 2011.155f. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

PAIVIO, A. *Mental representations: a dual-coding approach*. New York, USA: Oxford Uni Press, 1986

RAPP, D.; KURBY, C. The „Ins“ and „Outs“ of Learning: Internal Representations and External Visualizations. In J. K. GILBERT et al (eds.) **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, p.29-52, 2008.

SAVEC, V.; VRTACNIK, M.; GILBERT, J. Evaluating the Educational Value of Molecular Structure Representations. In J. K. Gilbert (ed.) **Visualization in Science Education**. Springer: 2007. P. 263 – 300

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre, Artmed, 2008.

STIEFF, M.; BATEMAN, JR., R. C.; UTTAL, D. H. Teaching and Learning with threedimensional representations. In John K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 93-120

TERUYA, L.C.; MARSON, G.A. A pesquisa em visualização no ensino de Química na última década. **Anais da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cdrom/34ra/resumos/T1158-1.pdf> Acesso: 12 abr. 2012.

WU, H.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, J. Promoting understanding of chemical representations: pupils' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 2001. 38 (7), p. 821-842.