

Concepções de licenciandos em Química sobre o uso de visualizações no ensino em dois países: Brasil e Portugal.

Mauritz Gregório de Vries¹ (IC)*, Celeste Rodrigues Ferreira² (PG), Agnaldo Arroio³ (PQ)

¹ Instituto de Química – Universidade de São Paulo - Brasil

² Instituto de Educação – Universidade de Lisboa - Portugal

³ Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo - Brasil

* mauritz.vries@usp.br

Palavras-Chave: Formação Inicial, Modelos, Visualização.

RESUMO: Neste trabalho procuramos investigar as concepções de alunos de licenciatura dos países Brasil e Portugal sobre o uso de ferramentas visuais no ensino de química, as quais têm sido introduzidas de maneira crescente nos espaços de ensino/aprendizagem nestes últimos anos. Iniciamos essa pesquisa com um breve debate teórico sobre a natureza do conhecimento científico e de suas formas de representação, seguido da formação inicial do professor de química. A análise dos questionários aplicados a esses alunos mostraram grandes semelhanças quanto às concepções sobre o uso dessas ferramentas, percebendo-se, em geral, uma falta de problematização que acarreta em visões ingênuas e superficiais sobre a temática.

INTRODUÇÃO

Os avanços na linguagem científica da Química moderna podem ser observados desde o século XVIII, quando Lavoisier e alguns seguidores começaram a desenvolver um sistema de nomenclatura baseado na composição elementar (Anderson, 1984). Até então, os químicos nomeavam a matéria com que lidavam de acordo suas propriedades físicas, se referindo, portanto, ao nível macroscópico. A linguagem verbal (escrita e falada) começou por ser a forma mais usual de representar, comunicar e resolver os primeiros problemas da Química, mas à medida que o conhecimento evoluiu, tornou-se necessário, ao homem, associar outros tipos de linguagem, novas formas de representar, por vezes, com o objetivo de as tornar mais próximas à realidade (Ferreira e Arroio, 2009). Por isso, o uso de representações imagéticas no ensino decorre de uma evolução histórica da própria Química enquanto ciência a partir de meados do século XIX (Ferreira, 2010).

O uso de visualização no ensino de química tornou-se um novo campo de pesquisa. Nos últimos anos, quatro grupos diferentes de pessoas (especialistas em softwares computacionais, cientistas, educadores e cientistas da área cognitiva) têm promovido o desenvolvimento, a discussão e o uso de ferramentas visuais no ensino de ciências (Gilbert, 2007). Entretanto, percebe-se na própria literatura uma grande quantidade de perguntas em aberto para serem respondidas. A maioria desses questionamentos certamente chega às atividades práticas em sala de aula, exigindo que docentes tomem decisões bastante difíceis referentes ao uso dessas ferramentas visuais muitas vezes de forma intuitiva. Considerando que o papel dessa linguagem não é meramente comunicacional e que está, assim como a linguagem verbal, estritamente ligada à formação de conceitos, temos nesse momento de colocar nosso foco de atenção no papel do professor e analisar como os mesmos estão preparados a mediar através da linguagem visual.

REPRESENTAÇÃO E VISUALIZAÇÃO

Encontramos em Santaella & Nöth (2008) uma discussão mais extensa da definição de representação. O conceito mais usual, baseado no termo inglês

representation(s), como sinônimo de signo foi o que, entretanto, nos mais apareceu apropriado a esse trabalho. Os autores citam Howard (1980) no qual o mesmo define: “as palavras ‘representação’, ‘linguagem’ e ‘símbolo’ como virtualmente intercambiáveis nos seus usos mais vastos”, e mostram que Peirce caracterizou a semiótica, em 1865, como “a teoria geral das representações”. Sperber (1985) também utiliza o termo representação compartilhando dos significados citados acima, diferenciando, entretanto, a representação mental da representação pública, sendo que a primeira se refere a representações internas ao dispositivo do processo informativo e a segunda a representações externas desse dispositivo, sendo aquilo o que a semiótica descreve como *veículo de signo*. Gilbert (2008) também as diferencia, utilizando os termos representações internas e representações externas. Em ambos os casos, o primeiro termo trata-se de uma versão disponível somente à mente de um indivíduo, enquanto o segundo consiste em versões fisicamente ou virtualmente disponíveis ao público.

De acordo com Gilbert, Reiner and Nakleh (2008) há duas convenções em que o termo visualização pode ser encontrado. Na primeira, visualização é um verbo e assim as pesquisas estão concentradas no ato de visualizar, interpretar uma imagem, atribuir significado, podendo também ser entendida como a formação de uma representação interna a partir de uma representação externa tal que a natureza e as relações temporal/espacial entre as entidades das quais ela é composta ficam retidas. Já na segunda convenção, visualização é um substantivo e os estudos estão focalizados nos materiais disponíveis ao público como diagramas, vídeos, animações, imagens estáticas.

Gilbert (2007) argumenta, que acreditar na visualização como uma série de informações, citando Tufte (2001), indica uma visão ingênua do mundo: o que está “lá fora” deve ter o mesmo impacto em todos os cérebros. Para este autor (Gilbert (2007)) há evidências que existe uma construção pessoal de conhecimento relacionada com a forma com que cada cérebro lida com fenômenos ópticos (percepção visual). Santaella & Nöth (2008) abordam os modelos da psicologia cognitiva, a qual utiliza o termo imagem mental se referindo a uma representação mental ou representação de uma experiência perceptiva não-presente. Trazemos como principal contribuição dessa seção os relatos da imagem interior de Piaget, 1964, que a define como “esquema representativo” de um acontecimento externo e vê nela uma “imitação interiorizada” e uma transformação de tal acontecimento. Sendo assim, ele se coloca contra uma teoria da cópia ingênua, que vê na imagem mental, um tipo de vestígio da percepção de um objeto dado objetivamente e defende, por outro lado, uma teoria assimilatória da imagem (Piaget, 1966).

Dentro desta perspectiva podemos conceber que conhecer e entender as diferentes formas de representação em Química tem sido uma das vertentes do ensino de Química (Ferreira 2010). A autora mostra em seu trabalho as dificuldades que os estudantes enfrentarão para se apropriarem corretamente das ferramentas visuais, ou seja, interpretá-las corretamente e conseguir transformar em conhecimento aquilo que está sendo visualizado. E mostra que para superar esses problemas, estes devem desenvolver habilidades espaciais (Barnea, 2000; Gilbert, 2007), competências metavisuais (Gilbert, 2007) e competências representacionais (Kozma; Russell, 2007).

Barnea defende que os professores precisam se certificar que seus alunos possuem as seguintes habilidades:

- a) Visualização espacial: Entender objetos 3D a partir de 2D e vice-versa
- b) Orientação espacial: Conseguir imaginar o objeto 3D após o mesmo sofrer rotação

- c) Relações espaciais: Ter a capacidade de imaginar os efeitos das operações de reflexão e inversão de um objeto

Gilbert (2007) associou às capacidades defendidas por Barnea (2000) a idéia que para que os alunos atribuam corretamente significados a uma visualização eles deverão:

- Conhecer os códigos e as convenções associadas a cada representação
- Conhecer o alcance e os limites de cada representação, isto é, que aspectos uma dada representação pode, ou não, representar.

Esse conjunto de habilidades foi definido como metavizualização, que é a metacognição em respeito à visualização. Devido à enorme variedade dos produtos imagéticos disponíveis, não pode ser aprendido a interpretar apenas algumas imagens. É necessário atingir um metaestado em que o indivíduo consiga monitorar e regular as suas representações internas. Assim o autor defende que diversas mudanças no currículo escolar deveriam ser feitas para que desde cedo alunos participassem de atividades que desenvolvessem essas habilidades. Na literatura alguns autores nos mostram certas práticas, como (Hearnshaw, 1994):

1) Começar qualquer seqüência de representações com a forma geométrica mais simples possível;

2) Usar a maior amplitude possível de modos de representação, introduzindo-os deliberadamente, sistematicamente e com persistência, levando os alunos a relacionarem o seu conhecimento aos códigos de representação;

3) Maximizar a importância das formas, topos, sombras e modelos presentes em qualquer representação. Isto levará os alunos a distinguir a estrutura da representação;

4) Usar vários graus de iluminação para diferentes secções da representação. Isto deve ajudar os alunos a perceberem melhor os contrastes;

5) Fazer uso de efeitos da cor, brilho e usar vermelhos, azuis e verdes. Mais uma vez pretende-se maximizar contrastes

MODELOS E MODELAGEM COMO VISUALIZAÇÕES

A ciência procura fornecer respostas aos fenômenos naturais. Para isso, os cientistas buscam descrever as causas que levam aos efeitos observados (Gilbert, 2007). Os modelos estão no centro de qualquer teoria: são as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência (Nersessian, 1999, apud Ferreira & Justi, 2005). Segundo Gilbert (2005) os modelos surgem quando cientistas para explicar um fenômeno, passam a decidir quais são as principais ideias sobre o exemplo estudado que é muito complexo. Por exemplo, químicos preferem trabalhar com soluções da substância pura do que com a mistura em que ela seria encontrada na natureza. Isso é importante para explicar fundamentos básicos e fazer previsões do sistema. São escolhidas para auxiliar a formação de visualizações (percepção visual) do nível macro. Modelos científicos terão uma importância ainda maior quando a sua construção é feita com o intuito de explicar fenômenos no campo submicroscópico. Eles são uma idealização da realidade como esta é imaginada, baseada em abstrações da teoria, produzidos de maneira que as comparações com a realidade sejam coerentes.

Entretanto, a produção de um modelo está sempre sujeita a alterações. Uma das principais práticas das deduções científicas trava-se no constante processo de produção e revisão de modelos, o que é denominado modelagem. (Justi & van Driel, 2005). Essas características da ciência explicam sua constituição como um todo e

podem desmistificar diversos conceitos estabelecidos pela sociedade que chegam aos estudantes iniciantes em ciências. Percebemos um longo processo humano na construção do conhecimento. Sendo assim, Ferreira & Justi (2008) seguem argumentando que um modelo não é uma cópia da realidade, muito menos a verdade em si, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações pessoais desta. Acreditam ainda que trazer à tona a discussão dessa impossibilidade de apreendermos a “verdade”, que lidamos com um universo de modelos, é um conhecimento que pode instigar e motivar os alunos. Entretanto, é algo do qual eles são geralmente privados. O conhecimento científico, segundo as autoras, é apresentado geralmente apenas como mais um conteúdo, ocultando a emoção, motivação e a busca, daqueles que desenvolveram aquilo que lhes é apresentado.

Sendo assim, essas práticas se inseridas no campo de sala de aula, podem tornar-se um modo de fazer com que todo um universo duvidoso, constituído indiretamente, estimule a vontade de descoberta, tornando o ensino mais próximo do próprio processo científico da construção de conhecimento.

MODELOS E REPRESENTAÇÕES

Os modelos e as representações estão inter-relacionados já em suas sínteses. É a partir das representações que cientistas deduzem e produzem conhecimento (Justi & van Driel, 2005). Novamente resgatando as contribuições de Gilbert (2007) o autor defende que os modelos podem alcançar uma larga diversidade de “status” epistemológicos, sendo eles:

- Modelos mentais – Representação pessoal formada pelo indivíduo, sozinho ou em grupo.
- Modelos expressos – Versão do modelo mental colocada no domínio público.
- Modelos consensuais – versão de um modelo mental para um pequeno grupo, para determinado fim, como em uma sala de aula.
- Modelos científicos – Modelo produzido, aceito e validado por um grupo social de cientistas de uma determinada área.
- Modelos históricos – Modelo científico substituído, embora ainda seja aceito para determinados propósitos, por exemplo, o modelo atômico de Bohr.
- Modelos curriculares – Versões simplificadas de modelos históricos ou científico escolar.
- Modelos escolares – Modelos criados para dar suporte aos modelos curriculares, por exemplo o sistema solar como analogia para o modelo atômico.

E que há cinco modos que podem ser representados.

- O modo concreto (ou material) é tridimensional e feito a partir de materiais resistentes, como por exemplo, um modelo do tipo bola-vareta.
- O modo verbal, que pode consistir de uma descrição de entidades, por exemplo.

- O modo simbólico que consiste de fórmulas e símbolos químicos, equações e expressões.
- O modo visual faz o uso de representações gráficas, diagramas e animações.
- Modo gestual, que faz uso do movimento do corpo no decorrer de uma explicação.

A FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE QUÍMICA

Um debate de grande importância na formação profissional docente como um todo e que se aplica de forma fundamental no uso das visualizações químicas é o que se refere às concepções epistemológicas dos futuros professores sobre o conhecimento químico e de suas formas representativas.

Maldaner (2000) cita dois autores, Pope & Scott (1998), mostrando que os mesmos partiram do princípio que as práticas docentes são definidas pelas concepções epistemológicas em que os educadores acreditam. Constataram que muitos professores são influenciados por concepções positivistas e empírico-indutivistas. Essas características levam os docentes a mostrarem a ciência como verdade absoluta que não aceita mudanças e questionamentos. Assim, possuem como meta principal transmitir o conteúdo e fazer com que seus alunos reproduzam e o transmitam de forma correta.

De acordo com Lôbo e Moradillo (2003) essa visão de que a Ciência começa e evolui a partir da observação rigorosa e neutra dos fenômenos pelo observador, constituindo uma forma segura e objetiva de produção do conhecimento científico, não condiz com seu estado atual. Segundo os autores, atualmente a observação dos fenômenos é orientada por teorias que lhe dão sustentação, e que por sua vez, é constituída por generalizações simbólicas validadas num determinado momento e contexto histórico.

As concepções epistemológicas equivocadas acabam por prejudicar seriamente as práticas docentes, inflexibilizando sua aula e o direcionando a práticas inadequadas. Essa discussão, além de se ligar completamente à seção anterior, em que citamos o processo humano de construção dos modelos e as necessárias atividades de modelagem, vai de encontro também ao assunto principal da pesquisa, o ato de visualizar, dar significado às representações externas. Assim como os cientistas, os alunos não possuem apenas uma possibilidade de interpretação à sua ferramenta visual e sim uma gama de alternativas, que pode variar de acordo com o objetivo da atividade e com os seus conhecimentos prévios.

Giordan (2007) acredita que para compreendermos as principais dificuldades encontradas pelos iniciantes em Química em dominar as representações estruturais em química devemos abordar um estudo epistemológico e historicista sobre as mesmas. Sendo assim, o autor acredita ser necessário mudar a concepção dos docentes de um panorama reducionista acerca das representações como apenas um meio de expressão científico para um meio de produção de conhecimento por um grupo social organizado.

METODOLOGIA

Esta pesquisa está estruturada no referencial metodológico de pesquisa qualitativa. Partimos com o objetivo de investigar as concepções de alunos de licenciatura em química sobre o uso de visualizações no ensino de Química em dois

países: Brasil e Portugal. Sendo assim, foi aplicado um questionário com 17 perguntas de resposta aberta à turma de EDM431 – Metodologia do Ensino de Química I (n=23) oferecida como disciplina obrigatória na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) para o curso de licenciatura em química. Os alunos que frequentam a disciplina estão em sua maioria nas fases finais de seus cursos, sendo importante salientar que 19 deles já possuem experiência profissional docente. Posteriormente, foi aplicado um questionário com 15 perguntas de resposta aberta à turma de Didática em Ciências Físico-Químicas (n=10) oferecida como disciplina obrigatória no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa para o curso de Licenciatura em Física e Química. Os alunos que cursam a disciplina estão no primeiro semestre do quinto ano, e nenhum possui experiência profissional docente. Apesar do número de questões ser diferente, ambos os questionários focam na análise de concepções sobre visualização, vivência com os recursos visuais e aspectos da formação inicial. Percebemos, também, que na turma brasileira algumas perguntas estão voltadas para a experiência docente, entretanto, aqueles alunos que ainda não ministraram aulas responderam baseados na sua vivência de estudantes de graduação.

RESULTADOS

A partir dos 23 questionários respondidos pelos alunos da turma da FEUSP, constatamos que apenas quatro desses alunos nunca ministraram aula. Apresentamos em seguida os resultados obtidos: 22 alunos responderam já ter recorrido ao uso de visualizações em sala de aula, a maioria de forma frequente, e apenas um disse que nunca utilizou. Os principais conteúdos em que utilizam ferramentas visuais são aqueles que estão no campo da microquímica, como modelo atômico, reações químicas e conteúdos de orgânica de maneira geral. Uma resposta foi um pouco mais formulada: *“Para conteúdos de estrutura química que são de difícil visualização mental”*. Resumidamente, usam para campos do ensino que envolve a construção de modelos mentais de acordo com a literatura.

A quinta questão aplicada foi “Que tipo de ferramentas visuais costuma usar nas suas aulas?”. Imagens estáticas e “modelos” foram as respostas mais frequentes e em seguida apareceram animações e vídeos.

À sexta questão, “Por que motivo recorre ao uso de visualizações na sala de aula?”, as respostas foram bem simples como *“facilitar a compreensão”*, *“tornar o ensino menos abstrato”* e *“quebrar a monotonia”*. Acreditamos que as duas primeiras respostas se encaixam em um aspecto mais cognitivista, mesmo sendo as justificativas bastante superficiais, enquanto a terceira resposta possui um direcionamento aos possíveis aspectos lúdicos das visualizações.

A sétima questão foi “O que entende por visualização?”. As respostas dividiram-se em sua convenção de verbo, o ato de enxergar ou criar uma visualização mental como *“fazer com que o aluno construa na sua cabeça a imagem do que você está explicando, pode ser mostrando a imagem ou por analogias”* e seu significado de substantivo, como ideia de recurso midiático, como por exemplo, *“a apresentação de um conceito ou objeto de uma maneira sensorial (visão, audição, etc)”*. Entretanto, seu significado como substantivo foi encontrado majoritariamente.

Na oitava questão a pergunta foi “Qual é a receptividade dos alunos às ferramentas visuais que introduz nas suas aulas?” e todas as respostas foram *“Boa”* ou *“Muito boa”*.

A nona questão abordou diretamente a questão do interesse pelo uso de imagens com a pergunta “Observa algum aumento no interesse dos alunos nas aulas em que utiliza ferramentas visuais? Se respondeu afirmativamente, indique por que razão é que acha que isso acontece”. Apenas uma resposta foi negativa. Todas as outras responderam que havia boa receptividade e os motivos foram bem variados. Alguns disseram haver aumento de motivação já que seus alunos começavam a entender melhor o que era explicado. Outros tentaram explicar o porquê da visualização ser mais eficiente, por exemplo, *“Muitas vezes o aluno tem memória fotográfica”*, *“É como se a química ficasse mais próxima do aluno”*.

À décima questão, “Você acha que os alunos precisam de alguma habilidade específica para aprender com a utilização de imagens”, dez responderam *“sim”*, oito *“não”* e um não soube responder. Os que responderam *“sim”*, em sua grande maioria não souberam especificar qual habilidade era necessária. Os que responderam *“não”* justificaram muitas vezes que os alunos já possuem familiaridade com a mídia.

A décima primeira foi “A escolha das visualizações usadas na sala de aula é efetuada segundo algum critério? Em caso afirmativo, indique quais.”. A maioria das respostas foram *“Sim”* e o critério normalmente era *“se adequar ao tema que está sendo ensinado”*. Outras se dirigiram a aspectos técnicos, como disponibilidade de uso e tempo disponível.

A décima segunda, “O que é para você uma imagem?”, obtiveram-se respostas muito diversas. Algumas abordaram o aspecto mental, ou seja, relacionando a imagens que são construídas mentalmente. Outras como simples forma visual de qualquer objeto concreto. A resposta *“um meio de substituir uma quantidade grande de palavras”* mostra a ideia de alguns que acreditam que a imagem tenha uma função semelhante à linguagem verbal.

A décima terceira foi “Encontra alguma razão especial para o uso frequente de modelos no ensino de Química?”. Novamente houve respostas simplistas como *“Facilita a compreensão”*. Outros justificaram que há necessidade de sempre usar modelos para explicar conceitos no campo do imperceptível e outra afirmação que surgiu de forma frequente foi relacionada à *“dificuldade de abstração dos alunos”*. Entretanto, predominaram respostas relacionadas a objetos concretos, visuais, se referindo ao modelo.

Em relação à décima quarta questão “Já leu alguma literatura acerca do tema visualização? Qual?” verifica-se que apenas três alunos já tiveram a oportunidade de conhecer o tema mais a fundo. Dois deles falaram que acharam o assunto em artigos científicos e o outro não lembrava.

Na décima quinta “O que entende por capacidades visuais?” onze respostas foram *“interpretar o que está sendo visto”*. As outras respostas foram variadas, algumas direcionaram para aspectos específicos em que a habilidade de visualizar era mencionada como *“é a capacidade de transpor as imagens entre duas dimensões”* ou também a capacidade de criar imagens de visualização interna, exemplificada na resposta *“capacidade de criar imagem”*.

A décima sexta era *“Considera que a sua formação lhe permite ser sensível às problemáticas relacionadas com este tipo de ensino fortemente apoiado no uso do computador e em visualizações?”* catorze licenciandos disseram que *“sim”* e apenas seis *“não”*. O restante não soube, não respondeu ou deu uma resposta incoerente. Um aluno escreveu *“Sim, a minha formação me traz uma boa bagagem para usar uma diversidade de ferramentas de forma proveitosa.”* e outro aluno respondeu *“Sim, por experiência própria as imagens facilitam meu aprendizado, mas quando mal utilizados ou interpretados podem piorar ou dificultar o aprendizado.”* Um aluno que afirmou não

se sentir preparado e relatou que *“Não, porque nunca foi discutido que imagem é melhor para tal assunto, escolhemos imagens de acordo com o que nós próprios consideramos melhor, mas não quer dizer que isso seja o melhor para ensinar.”*. Um aluno que ficou em dúvida disse que *“Não tenho certeza, pois minha formação acadêmica foi pautada por visualização, contudo elas eram consideradas auto-explicativas e tenho medo de incorrer com meus alunos na mesma falta de discussão por que passei na escola.”*. Percebe-se que os alunos normalmente consideram-se preparados por experiência própria como aluno ou porque a graduação ensina diferentes métodos de aprendizagem que os capacitam ao uso de imagem.

A décima sétima era *“Durante sua formação essa temática foi abordada? Você acredita que no caso específico do Ensino de Química essa temática seria fundamental no processo de ensino (para o professor) e aprendizagem (para o aluno)?”* Nessa pergunta, as respostas negativas foram maioria com onze alunos contra sete que responderam *“sim”*. Entretanto, grande parcela que respondeu *“sim”*, considera que tal abordagem foi feita de maneira indireta. Apesar das divergências quanto à abordagem do tema, fica claro que de todos consideram a temática importantíssima a ser discutida. Um aluno respondeu e demonstrou preocupação *“Foi muito pouco abordada. Sim, pois qualquer nova ferramenta que auxilie na educação deve ser discutida e testada”*.

Segue a análise dos 10 questionários aplicados à turma de Portugal e, como foi observado, nenhum aluno apresentava experiência como docente. À primeira pergunta *“Durante o seu percurso escolar tem tido contacto com visualizações?”*, todas as respostas foram afirmativas. À segunda questão, que se referia à frequência, a maioria das respostas foi *“frequente”* com alguns alunos ressaltando que essa frequência estabeleceu-se no curso superior. A terceira questão perguntava *“Em que tipo de conteúdos os professores costumavam recorrer a ferramentas visuais?”*, alguns consideraram que em todos os conteúdos, outro exemplificou o campo da microquímica com *“Simulações de átomos, moléculas, reações químicas, soluções e diluições.”* e outra resposta relevante foi que o uso era uma alternativa para explicar processos complexos em geral. A quarta questão era referente aos tipos de ferramentas visuais utilizadas nas aulas. As respostas mais frequentes foram imagens estáticas e vídeos ou filmes, seguido de simulações e modelos.

A quinta questão foi *“Por que motivo consideram importante os professores recorrerem ao uso de visualizações na sala de aula?”*. Quatro alunos citaram *“tornar a aula mais dinâmica”, “quebrar a rotina”*. As demais foram variadas como *“Precisamente pela questão do raciocínio abstrato”, “É importante para que os alunos entendam melhor o que está a ser relacionado”, “pode ser usado como síntese”,* e outros acreditam em potenciais maiores sobre a linguagem visual nas respostas *“Porque pode potenciar estratégias, desenvolver competências que os restantes meios não desenvolvem tanto”* e *“Porque permite ao aluno ir mais além relativamente ao conceito teórico”*.

A sexta questão *“O que entende por visualização?”* as duas conveções, de verbo e substantivo, foram abordadas equilibradamente. Alguns exemplos da primeira convenção são *“Visualização é uma forma de identificar alguns dados utilizando a visão”, “Visualização consiste no ato de visualizar um fenômeno que é exterior à visão”* e da segunda *“Tudo o que nos é apresentado através de imagens”* e *“Qualquer ferramenta que permita ao aluno visualmente assimilar uma representação da realidade que por diversas variáveis não seja possível de acontecer”*.

À sétima questão *“Qual é a receptividade dos alunos às ferramentas visuais que os professores introduzem nas suas aulas”* oito alunos responderam *“positiva”* ou *“muito positiva”* e dois ressaltaram que dependia da ferramenta apresentada.

A oitava questão aplicada foi “Considera que os alunos precisam de alguma habilidade específica para aprender com a utilização de visualizações?”. Houve quatro respostas “sim” e a mesma quantidade “não”, outras duas pessoas não souberam responder. As respostas positivas justificaram planejamento, contextualização, organização, adaptação e saber o que observar. As respostas negativas justificaram familiaridade com ferramentas tecnológicas ou até mesmo que bastasse apenas observar.

Na nona questão, “A escolha das visualizações usadas na sala de aula deve ser efetuada segundo algum(m) critério(s)? Em caso afirmativo, indique quais.”, todas as respostas foram afirmativas, mas as justificativas bastante variadas. A resposta mais frequente foi referente à contextualização dos conteúdos com as imagens. Houve preocupação quanto à idade dos alunos, clareza dos recursos, serem de fonte confiável e quanto aos recursos disponíveis na instituição de ensino.

A décima questão foi “O que entende por imagem?”. Algumas das respostas mais relevantes foram *“Representação direta ou indireta do ‘real’ repecurtida na nossa mente”, “Representações gráficas” e “Uma imagem representa uma forma de comunicação não verbal”*.

A décima primeira, “Encontra alguma razão especial para o uso frequente de modelos no ensino de ciências?”, o seu significado como “abstração da realidade”, por mais que apresentado de forma insuficiente em alguns casos foi mais evidenciado do que nos questionários brasileiros em diversas respostas, por exemplo, *“No sentido de fazer a ponta com a realidade”, “Sim. Explicar situações, objetos microscópicos e outros conceitos abstratos” e “Os modelos são úteis em ciências, uma vez que permitem recriar e exemplificar conceitos”*.

Na décima segunda questão “Já leu alguma literatura acerca do tema visualização? Qual?” não houve nenhuma resposta afirmativa.

À décima terceira questão, “O que entende por capacidades de visualização?”, a maioria das respostas foi de encontro à ideia de que é *“entender o que está a ser visto”*. Alguns elaboraram um pouco mais a resposta, como, por exemplo, *“Capacidade de construir imagens mentais a partir do que estamos a ver” ou “Capacidade que um determinado sujeito apresentar de recriar na sua mente determinada representação do real”*.

A décima quarta questão foi “Considera que a sua formação lhe permite ser sensível às problemáticas relacionadas com este tipo de ensino fortemente apoiado no uso do computador e em visualizações?”. Obtivemos nove respostas afirmativas e somente uma negativa. Um aluno justificou a afirmação com o argumento que sua formação esteve baseada nas novas tecnologias.

Finalmente, na décima quinta questão foi questionado “Durante sua formação essa temática foi abordada? Considera que no caso específico do Ensino de Ciências essa temática seria fundamental no processo de ensino (para o professor) e aprendizagem (para o aluno)? Por quê?”. Todos os estudantes disseram que a temática foi abordada, com a ressalva de um estudante que disse ter ocorrido isso de forma reduzida. Todos concordam que a temática é fundamental no Ensino de Ciências nos processos de ensino/aprendizagem. Algumas das justificativas que mais acrescentaram foram *“No caso das ciências a utilização de modelos, simulações, permite uma abordagem mais eficaz relativamente a determinados conteúdos”, “Uma boa visualização poderá permitir aos alunos entender os conteúdos”*. As justificativas que deram uma importância somente auxiliar e sem problematização foram *“Porque são ferramentas que captam a atenção dos alunos quando bem utilizados em termos de conteúdo e contexto”, “No ensino de ciências o uso das imagens pode ser um*

complemento muito importante no processo de aprendizagem” e “Trata-se de trazer para o ensino algo de que os alunos gostam e dominam”.

A seguir, passaremos por uma discussão um pouco mais detalhada dos tópicos abordados nos questionários.

Nos dois países o uso de visualizações foi considerado frequente, ou muito frequente, havendo considerações sobre isso ter-se intensificado no ensino superior. Os conteúdos em que o emprego dessas ferramentas é normalmente introduzido é no campo da microquímica, sendo observado nas respostas dos estudantes portugueses também o uso para representar processos complexos em geral. Os tipos de ferramentas também foram semelhantes, sendo a majoritária nos dois países imagens estáticas e, em seguida, no Brasil apareceu a resposta de “modelos” e em Portugal de vídeos ou filmes.

Em ambos os países as respostas obtidas sobre o motivo do uso de visualizações no ensino são bastante superficiais. Muito potencial de formação conceitual é ignorado ou mal compreendido, pois apesar de surgir diversas respostas que consideram que seu uso *“facilita a compreensão”, “deixa o assunto mais claro”,* não são apresentados os motivos dessas afirmações, o que acreditamos comprometer fortemente o uso, escolha e adaptações de tais recursos em sala de aula. Quanto ao aspecto “dinâmico”, ou seja, considerar a quebra da rotina em sala de aula, houve uma incidência forte, e para alguns alunos, esse aspecto é o fundamental das visualizações o que indica uma falta de problematização ainda maior.

Quando foram interrogados sobre “visualização”, tanto no Brasil como em Portugal as convenções de verbo e substantivo foram abordadas, muito raramente as duas em uma mesma resposta. Entretanto, os alunos portugueses citaram mais vezes do que os brasileiros a primeira convenção, ou seja, visualização como o ato de visualizar.

Os estudantes brasileiros e portugueses consideram a receptividade dos alunos muito positiva ao uso de visualizações no ensino de Química. Aos brasileiros ainda foi realizada uma pergunta semelhante, se referindo ao interesse dos alunos aos recursos, e todas as respostas foram positivas também.

Quando questionamos a necessidade de habilidades específicas no ato de visualizar, houve um equilíbrio entre aqueles que consideraram que existia a necessidade dessas existirem e aqueles que não, em ambos os países. Os estudantes brasileiros e portugueses que não encontraram razão para haver uma habilidade específica argumentaram, em sua maioria, sobre a familiaridade com visualizações dos alunos no cotidiano. Acreditamos, de acordo com os referenciais teóricos mencionados, tratar-se de uma afirmação equivocada, pois a natureza das representações químicas é muito diferente das diversas encontradas no dia a dia, bem como suas convenções e funções. Os estudantes do Brasil que consideraram necessário alguma habilidade não souberam explicar quais e, quando o fizeram, foi de forma bastante insuficiente. Nas respostas dos alunos portugueses foram encontrados diversos aspectos metodológicos bastante generalistas, não chegando a tocar em instruções específicas sobre a linguagem visual.

Quanto ao critério frente à escolha de visualizações, a grande maioria das respostas de ambos os países se referiu à contextualização das imagens com o tema. Além disso, também surgiram aspectos técnicos tais como a disponibilidade de recursos nas instituições de ensino. As concepções sobre imagens de todos os alunos foram bastante variadas, nos chamando um pouco mais atenção aquelas que davam um maior valor à formação conceitual.

A concepção de modelo de um modo mais amplo foi encontrada principalmente nos estudantes portugueses. Nas respostas dos brasileiros, houve muita referência apenas aos modelos concretos, não resultando em uma discussão mais abrangente dos modelos químicos, assunto de grande ênfase na discussão teórica desse trabalho.

De todos os questionários, apenas três alunos brasileiros disseram ter lido algum trabalho referente à visualização.

Novamente encontramos pouca problematização e concepções bastante superficiais, quando questionamos o que os estudantes entendiam por capacidade visual. A grande maioria das respostas se limitou a dizer “interpretar o que está a ser visto”, não discutindo os processos, dificuldades e especificidades do mesmo no ensino de Química.

Por fim, chegamos às questões referentes à formação inicial. Nesse caso, as respostas apresentaram um maior distanciamento entre os países. Os estudantes portugueses se sentem mais sensíveis às problemáticas da temática em questão do que os estudantes brasileiros. Quanto à pergunta se a temática foi abordada no curso, a distinção entre os dois países foi ainda maior, pois enquanto todos portugueses responderam afirmativamente à questão, houve uma maioria de respostas negativas brasileiras e as afirmativas muitas vezes ressaltaram que ocorreu de maneira indireta. Quanto à importância do tema, de modo geral todos os alunos demonstraram considerar bastante significativa a discussão para o aperfeiçoamento da sua formação.

CONCLUSÃO

Acreditamos que seja necessário estar atento às concepções dos futuros professores quanto aos diversos recursos que os mesmos terão ao seu dispor em sala de aula. Nesse caso, percebe-se que há elementos específicos da linguagem visual em que simplificações e improvisações não são suficientes frente à complexidade que existe em todo o processo.

Não acreditamos que os futuros docentes devam procurar somente por concepções tecnicistas como, por exemplo, saber exatamente qual tipo de recurso usar para tal tema específico ou por quanto tempo deva ser utilizada. Um aprofundamento do tema passa por um estudo da natureza das representações de forma mais aprofundada, bem como das capacidades de visualização.

Segundo Maldaner (2000), não adianta quereremos disponibilizar produtos tecnológicos ou determinado resultado da pesquisa se os docentes não participarem de alguma forma de seu desenvolvimento. Sendo assim, é importante os mesmos estejam atrelados e/ou informados sobre os estudos nesse campo mais recente de pesquisa para que possam solidificar sua formação e encontrarem caminhos para as dificuldades que surgirem.

Por último, notou-se que as concepções sobre o uso de visualizações no ensino de Química foram muito semelhantes entre os dois países. Como pudemos perceber, essas são muito simplistas e, por vezes, ingênuas, apresentando uma noção pouco problemática quanto ao grande potencial de formação conceitual que tais recursos possuem. Entretanto, frente ao contexto que estão sujeitos, a situação brasileira mostrou-se mais preocupante devido ao estágio mais avançado da formação em licenciatura em que estão situados e pelo motivo da maioria já estar atuando profissionalmente. Apesar dos estudantes portugueses terem apresentado uma concepção mais elaborada sobre o conceito de modelo e tentarem explicar um pouco mais sobre o ato de visualizar, não acreditamos que sua formação nesse momento seja suficiente frente à temática quanto eles mesmos se auto avaliaram.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, W., *Between the library and the laboratory: The language of chemistry in eighteenth century*. 2008.
- BARNEA, N. Teaching and learning about chemistry and modeling with a computer-managed modeling system. In J.K. GILBERT e C. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, pp. 307-324, 2000.
- FERREIRA, C.; ARROIO, A. Teacher's Education and the use of Visualization in Chemistry Instruction. **Problems of Education in the 21st Century**, 16, p.48-53, 2009.
- FERREIRA, C. R., **O uso de visualizações no ensino de química: a formação inicial do professor de química**. São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, 2010.
- GILBERT, J. K. Visualization: **A Metacognitive Skill in Science and Science Education**. In J. K. Gilbert (Ed.) *Visualization in Science Education*. Dordrecht: Springer, pp. 9-27, 2007.
- GIORDAN, M. Introdução à Representação Estrutural em Química. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 7, p.3, 2007.
- FERREIRA, P.; JUSTI, R. Modelagem e o "Fazer ciência". **Química Nova na Escola**, 28, p. 32-36, 2008.
- HEARNshaw, H. Psychology and displays in GIS. In H. Hearnshaw; D. J. Unwin (Eds.) **Visualization in Geographic Information Systems**. Chichester: Wiley, p. 193-211, 1994.
- HOWARD, V. A. Theory of representation, In KOLERS, P. A., et al., orgs., **Processing of visible language**, vol. 2, New York: Plenum, 1980.
- JUSTI, R.; van Driel, J. The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process, **International Journal of Science Education**, 27: 5, 549 — 573, 2005.
- KOZMA, R.; RUSSEIL J. Pupils Be coming Chemists: Developing Representational Competence. In J. K. GILBERT (ed.) **Visualization in Science Education**. Dordrecht: Springer. p.121-146, 2007.
- LÔBO, S.; MORADILLO, E. Epistemologia e a formação docente em química. **Química Nova na Escola**, 17, p. 39-41, 2003.
- MALDANER, O. **A Formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 1ªed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2000.
- NERSESSIAN, N.J. **Model-based reasoning in conceptual change**. Em: Magnani, L.; Nersessian, N. J. e Thagard, P. (Eds.). *Model-based reasoning in scientific discovery*. New York: Kluwer/Plenum, p. 5-22, 1999.
- SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. São Paulo: Iluminaras, 2008
- SPERBER, D. **Anthropology and psychology: Towards an epidemiology of representations**. *Man* 20: 73-89, 1985.
- PIAGET, J. 1971. **A formação do símbolo na criança**. Trad. A. Cabral e L. M. Oiticica. Rio de Janeiro: Zahar, 1964.
- TUFTE, E. R. **The visual display of quantitative information** (2nd ed.). Cheshire,CT: Graphics Press, 2001.