

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

CELESTE RODRIGUES FERREIRA

***O USO DE VISUALIZAÇÕES NO ENSINO DE
QUÍMICA: A FORMAÇÃO INICIAL DO
PROFESSOR DE QUÍMICA***

SÃO PAULO

2010

CELESTE RODRIGUES FERREIRA

***O USO DE VISUALIZAÇÕES NO ENSINO DE QUÍMICA: A
FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE QUÍMICA***

**Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de
Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino
de Ciências, como requisito para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Ciências**

Área de concentração: Química

Orientador: Prof. Doutor Agnaldo Arroio

SÃO PAULO

2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Ferreira, Celeste Rodrigues

O uso de visualizações no ensino de química: a formação inicial do professor de química. São Paulo, 2010.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo.
Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio
Área de Concentração: Química

Unitermos: 1. Ensino; 2. Química; 3. Formação inicial de professores; 4. Prática de ensino

USP/IF/SBI-063/2010

SÃO PAULO

2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

Celeste Rodrigues Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências

Área de concentração: Química

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos e marido, com amor por sua compreensão e apoio e, em especial ao meu marido, por ter construído as condições necessárias para a minha presença no Brasil.

Aos meus pais, *em memória*, pelo seu amor, orgulho e por sempre me terem incentivado a estudar.

AGRADECIMENTOS

À Leonor de Botton pela sua amizade, incentivo e orientações no início deste projeto. Da mesma forma, à Prof.^a Adelaide Faljoni-Alário, pela sua disponibilidade e orientações na fase inicial deste projeto.

À Prof.^a Daisy Rezende pela amizade e pelas contribuições apresentadas durante o exame de qualificação. Ao Prof. Marcelo Giordan pelas suas contribuições na discussão das Teorias Socioculturais.

A todos os meus colegas de mestrado, pela forma carinhosa como me receberam na USP, em especial à Vanda Luísa, à Izilda Guedes, Claudia Ayres, Solange Locatelli e tantos outros.

Às minhas amigas aqui em São Paulo, Cláudia, Leo, Ana, Paula, Gaby, Maju e em especial à Joana e à Alex, por tomarem conta dos meus filhos quando a USP me retinha para lá da hora... e pelas preciosas revisões do inglês (Joana), e acima de tudo pelo apoio e carinho que sempre demonstraram nestes dois *difíceis* anos.

Ao meu orientador Prof. Agnaldo Arroio, por me ter recebido no seu grupo, por ter abraçado *também* este projeto e por ter contribuído para o meu aprendizado, sobretudo nesta minha nova faceta de *pesquisadora*.

À Capes pela bolsa concedida.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS OBJETOS DE PESQUISA.....	17
2.1 O uso de visualizações no ensino de Química: breve panorama.....	17
2.2 A formação inicial do professor de Química.....	22
2.3 Legislação na área da formação inicial do professor de Química no Brasil.....	32
2.4 Pesquisas na área: a formação do professor e o uso de visualizações no ensino de Química.....	36
3. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	41
3.1 Teoria sociocultural de Lev Vygotsky.....	41
3.2 Teoria do Enunciado de Bakhtin.....	47
3.3 Teoria da Ação Mediada de James Wertsch.....	51
3.4 Visualização e competências metavisuais.....	61
3.5 Modelos, modelos mentais e visualizações internas.....	68
3.6 Visualização como ferramenta visual.....	74
3.7 Teoria da Codificação Dual e Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia.....	80
3.8 Teoria da Carga Cognitiva.....	82
3.9 Michel Foucault e a análise do discurso.....	83
4. QUESTÕES DE PESQUISA.....	90

5. ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	91
6. RESULTADOS.....	93
6.1 Síntese das respostas ao questionário.....	94
6.2 Síntese das respostas à entrevista semi-estruturada.....	98
6.3 Análise dos discursos segundo Michel Foucault.....	109
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	125
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
ANEXO A.....	148
ANEXO B.....	151
ANEXO C.....	153
ANEXO D.....	155

RESUMO

FERREIRA, C.R. **O uso de visualizações no ensino de Química: a formação inicial do professor de Química.** 2010.179f. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2010

Este estudo é uma pesquisa qualitativa, em que procuramos conhecer e analisar as concepções dos alunos de uma turma de licenciatura em Química da USP (Universidade de São Paulo), sobre o uso de visualizações no ensino de Química. O papel dos modelos e da visualização na Ciência e no ensino da Ciência, e em especial na Química, tem ganhado importância teórica e prática ao longo da última década. A Química envolve a interpretação das mudanças observáveis na matéria (ex.: mudanças de cor, libertação de gases) na dimensão macroscópica (concreto) em termos de mudanças imperceptíveis na dimensão submicroscópica (imaginária). Estas mudanças são representadas de forma simbólica e abstrata usando símbolos e fórmulas químicas, equações, gráficos, imagens etc. Com o objetivo de tornar acessíveis estas representações para os alunos, professores de vários graus de ensino recorrem com cada vez mais frequência à visualização. Para alcançar os nossos objetivos foram acompanhadas pela pesquisadora, as aulas de Metodologia de Química II desta turma, durante um semestre. Foi aplicado, no início do semestre um questionário a toda a turma, cujo objetivo era registrar quais as concepções que estes possuíam acerca desta temática. No final do semestre, foram escolhidos dois grupos de sete alunos desta turma, aos quais foi feita uma entrevista semi-estruturada, cujo enfoque incidia sobre a escolha e uso de visualizações que estes alunos apresentaram durante um mini-curso de duas aulas que estes ofereceram a alunos do ensino médio, na Faculdade de Educação da USP. A análise destes *discursos* (questionário e entrevistas), assim como, do relatório do mini-curso dos dois grupos escolhidos foi efetuada com base nas contribuições de Michel Foucault para a análise do discurso. Como resultado deste estudo destacamos que as concepções teóricas destes futuros professores acerca deste tema são superficiais, pouco sólidas e por vezes até errôneas. De acordo com o referencial teórico escolhido, o discurso destes futuros professores, acerca do uso de visualizações apresenta como principais referentes a natureza abstrata dos conceitos químicos e a capacidade que as visualizações apresentam para tornarem as aulas de Química mais interessantes, para captar a atenção dos alunos e de tornarem os conceitos químicos mais próximos do cotidiano. Nos enunciados destes discursos aparecem associados enunciados de outros domínios discursivos (mídia, publicidade, da psicologia cognitiva, etc.).

Verificamos igualmente nestes enunciados a presença da instituição que frequentam, das práticas dos seus professores da graduação, da indústria informática (domínios não discursivos). Também de acordo com Foucault, encontramos associado a este discurso um conjunto de práticas não discursivas relacionadas com o uso destas ferramentas visuais. A escolha das visualizações e as formas de uso observadas durante o mini-curso que apresentaram estão fortemente relacionadas com os referentes apresentados, nomeadamente, com a capacidade de estes recursos captarem a atenção dos alunos, fomentarem o interesse das aulas e ainda a capacidade de tornar os conteúdos químicos mais próximos da “realidade” e/ou do cotidiano.

Palavras chave: Visualização; ensino de Química; formação inicial de professores

ABSTRACT

FERREIRA, C.R. **The use of visualizations in Chemistry teaching: the Chemistry teacher pre-service education.** 2010.179f. Master's Dissertation. University of São Paulo, São Paulo, Brazil.2010

This study is a qualitative research where we try to find out and analyze the conceptions of pre-service teachers of a Chemistry class from University of São Paulo (USP), São Paulo, about visualizations' use in chemistry instruction. Models and visualization's role in science and science education, especially in chemistry, has grown up during the last decade. Chemistry involves the interpretation of matter observables' changes (e. g. color changes or gas' release) on the macroscopic level in terms of imperceptible changes on the submicroscopic level. These changes are represented in a symbolic and abstract way using symbols, equations, graphics, etc. With the purpose of making these representations accessible to the students, teachers are using visualizations more frequently. In order to reach our aims the researcher followed the Chemistry Teaching Methodology II classes, during a semester. In the beginning a questionnaire was applied to all the class with the purpose to register what conceptions they had on this issue. At the end of the semester two groups of seven pre-service teachers were chosen to apply a semi-structured interview that focused their own choices and visualizations' use as teachers in a mini-course that they presented to middle school pupils at S. Paulo's University. The speech's analysis (questionnaire, interviews and mini-course reports) of the two chosen groups was done based on the Michel Foucault's contribution to speech analysis. As a result of this study we highlight that the theoretical conceptions of these pre-service teachers are superficial, not solid, and sometimes even become misconceptions. According to the chosen theoretical framing, the speech of these pre-service teachers on visualizations presents as main referent the abstract nature of chemical concepts and the capacity that this resource has to make chemistry classes more interesting, to keep students attention and to make chemistry concepts close to quotidian. We also found on these statements the presence of their college, the practices of their own teachers and the IT industries (none-speech domains). According with Foucault, we also found associated to this speech a set of none speech practices related to the use of these visual tools. The visualization's choices and the way that they used these tools were strongly related with the presented referents,

specially with their capacity to keep attention, to increase the class interest, or the capacity to make chemical concepts more close to the reality and/or quotidian.

Key words: visualization, chemistry teaching, pre-service teacher's education

1. INTRODUÇÃO

O ponto de partida para este trabalho pode dizer-se que começou em Portugal, no último ano letivo em que lecionei neste país (2007/2008). O governo português tentava apetrechar as escolas públicas com tecnologia (computadores portáteis, Internet de banda larga wireless, plataforma moodle, lousas digitais, etc.) e, basicamente colocou este material nas escolas para os professores usarem... O acesso a diversas ferramentas de visualização tornou-se muito fácil, as editoras ofereciam uma versão digital on-line dos livros adotados, o quadro (lousa) de giz desapareceu das minhas aulas, os alunos adoravam, mas eu comecei a sentir, por experiência própria, que não tinha a necessária preparação para lidar com este novo ambiente de ensino e que precisava de formação.

Verifiquei ao chegar a S. Paulo, que uma das linhas de pesquisa do curso de pós-graduação de Ensino de Ciências, abrange exatamente esta temática, o que para mim foi muito interessante. Ao ingressar, rapidamente a minha questão central de pesquisa se direcionou para o uso de visualizações no ensino e a formação de professores. Como vão ter oportunidade de verificar ao longo deste trabalho, estes são os dois pólos desta pesquisa. Por um lado, procuraremos dar um embasamento teórico ao uso da visualização no ensino de Química, por outro lado procuraremos dar um panorama daquilo que tem sido a formação de professores nesta área e apresentar simultaneamente algumas propostas, que pensamos ser proveitosa a sua discussão nos cursos de formação inicial.

A abordagem destes dois pólos implica, portanto, a introdução neste trabalho de referenciais teóricos destas duas áreas, por um lado apresentaremos referenciais que discutem o

uso da visualização no ensino (socioculturais e da área da psicologia cognitiva de base mais internalista¹), e por outro lado referenciais que discutem a formação de professores e a análise dos seus discursos.

Neste trabalho, o *uso de visualizações*, é uma expressão que significa o uso de todo o tipo de representação não verbal, ou seja, símbolos químicos, fórmulas químicas, representações estruturais, pictográficas, fotografias, imagens, modelos, simulações, animações, softwares interativos, com existência concreta ou virtual, em formato 1D, 2D ou 3D. Por isso, ao longo do trabalho, dada a diversidade de visualizações que temos ao nosso dispor, usaremos sem distinção alguns termos que se referem ao uso de visualizações, como por exemplo: recursos visuais, ferramentas visuais, representações visuais, etc.

Apesar de não ser objetivo de este trabalho discutir as características de cada uma destas ferramentas, parece-nos evidente, que todos concordam que cada uma delas tem características muito específicas e, a sua escolha e o seu *modo* de uso deveriam ser alvo de uma reflexão prévia sempre que estas ferramentas são usadas no processo ensino/aprendizagem. Para que isto aconteça, o professor terá de ter alguns conhecimentos teóricos na área da percepção visual, assim como, alguns conhecimentos acerca das características das ferramentas que está a introduzir na sua sala de aula. Por exemplo, quais são os códigos e as convenções que lhe estão associadas e certificar-se que os alunos os conhecem.

¹ Internalismo e externalismo são duas posições principais em filosofia da mente e da psicologia contemporânea. Segundo as posições internalistas os estados mentais dos indivíduos devem ser individuados (caracterizados) recorrendo apenas a informações "internas" ao indivíduo, por exemplo, estados neuronais ou determinados estados psicológicos "individualistas". Como defensores desta posição, encontramos os filósofos Paul Churchland e Jerry Fodor. As posições externalistas defendem que os estados mentais dos indivíduos devem poder recorrer a fatores externos aos indivíduos nas suas caracterizações. Os filósofos, Daniel Dennett e Ruth Millikan são defensores desta posição (BIZARRO, 1999).

Tendo em conta o histórico sobre o uso destas ferramentas que apresentaremos nos pontos seguintes deste trabalho, podemos afirmar que o uso destes recursos apresenta atualmente uma grande importância no processo de ensino/aprendizagem, e que esta importância tende a aumentar. A pressão dos governos e da sociedade para a introdução da tecnologia na sala de aula, acompanhado da necessidade de encontrar novas metodologias de ensino que dêem resposta aos desafios da educação deste novo século, promovem o seu uso e o seu desenvolvimento. De acordo com este cenário, *só nos resta*, pesquisar, desenvolver ferramentas e metodologias adequadas para o seu uso e formar professores sensíveis a estes novos cenários de ensino. Pensamos que um bom ponto de partida, para a adequarmos a formação dos professores, é começar exatamente pela formação inicial.

Como tem sido abordada esta temática nos cursos de formação inicial, que concepções possuem os futuros professores nesta área, serão questões que nos propiciarão reflexões necessárias a qualquer mudança.

A Química é uma ciência cujos objetos de conhecimento se situam em dois planos distintos, o plano do perceptível e observável, a dimensão macroscópica, e o plano do imperceptível ao olho humano, a dimensão submicroscópica. Quer numa dimensão quer na outra, o homem tem construído diversas ferramentas que lhe permitem elaborar significados nesta ciência. A busca incessante por correlacionar as variáveis, propriedades e comportamentos do sistema macroscópico com as variáveis, propriedades e comportamento do sistema submicroscópico tem sido alvo do trabalho dos químicos ao longo dos tempos.

A linguagem verbal (escrita e oral) começou por ser a forma mais usual de representar, comunicar e resolver os primeiros problemas desta ciência, 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 da “realidade”.

À medida que a teoria corpuscular da matéria se desenvolveu, a busca por novas formas de representar as partículas, os processos e os conceitos que povoam esta teoria também se tem desenvolvido. Esta dimensão representacional de substâncias, partículas, transformações, suas propriedades e comportamentos é constituída por símbolos, fórmulas, equações químicas, expressões algébricas, gráficos, números, palavras, gestos e imagens.

O desenvolvimento acelerado das tecnologias de informação, acompanhado de vários estudos empíricos e teóricos na área da teoria cognitiva em visualização para promover a aprendizagem de ciências, têm permitido a criação de diversas ferramentas visuais (modelos concretos 3D, imagens virtuais 2D e 3D, estáticas e dinâmicas, simulações, animações, softwares interativos, etc.) que são postas ao dispor dos professores que, muitas vezes, não têm a formação necessária nesta área para poderem escolher a melhor metodologia, quais as representações visuais mais adequadas para usar na sala de aula, porque, se o impacto na aprendizagem é maior, também o risco de introduzir concepções erradas aumenta, se a escolha não for adequada.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS OBJETOS DE PESQUISA

2.1 O uso de visualizações no ensino de Química: breve panorama

Assistimos nas últimas décadas à publicação de numerosos trabalhos nesta área (McGREW, 1972; ROBERTS; TRAYNHAM, 1976; CHAPMAN, 1978). Estes davam-nos instruções para a construção e uso de kits de modelos concretos de moléculas. A sua utilidade foi rapidamente investigada, e assim, encontramos trabalhos (GOODSTEIN; HOWE, 1978; YAMANA, 1989) que referem que, em virtude de estes modelos concretos poderem ser fisicamente manipuláveis, eles eram eficazes no ensino de estruturas moleculares. O aumento da capacidade de memória dos computadores pessoais permitiu, na década de noventa, o desenvolvimento de softwares simples que permitiam a construção de modelos virtuais 2D e 3D. Estes trabalhos (HYDE et al., 1995; EALY, 1999) apontavam igualmente para o seu potencial em ensino de química, baseados em pesquisas que simultaneamente eram produzidas por cientistas cognitivos e outros (JOHNSTONE, 1993, DRIVER et al., 1994; GABEL, 1999) que tentavam demonstrar porque os alunos tinham tanta dificuldade em aprender através dos currículos tradicionais, baseados na transmissão de conhecimentos através do professor e em que se tentava ensinar “como as transformações químicas acontecem”, esperando que os alunos por eles próprios fossem capazes de compreender os conceitos e os processos que estão subjacentes a estas transformações, a partir muitas vezes de descrições verbais, pouco ou desadequadamente ilustradas.

Barnea (1997) refere que estudantes do ensino médio que estudaram estrutura molecular e as suas relações com as propriedades macroscópicas, com o auxílio de modelos virtuais, obtiveram melhores aprendizagens no conceito de “modelo” e conseguiam explicar mais fenômenos com a ajuda de vários tipos de modelos do que os alunos de um grupo de controle. Com o contínuo desenvolvimento da informática, diversos softwares foram introduzidos na pesquisa e ensino de Química. Neste momento, vários softwares de visualização estão ao dispor dos professores. Um dos mais populares foi o *RasMol*, desenvolvido por Roger Sayle na Universidade de Edimburgo, Reino Unido, em meados dos anos noventa. Este software foi atualizado e criada uma versão para o sistema operativo Windows chamada Raswin que pode ser descarregado gratuitamente do seu site na Web. Canning e Cox (2001) relatam que 85 % dos alunos que usaram este programa aumentaram seu conhecimento acerca da estrutura natural de moléculas biológicas e do papel das interações não-covalentes na estrutura das proteínas.

Russell et al. (1997) desenvolveram o programa ‘4M:CHEM’[®], em que representações macroscópicas (fotos e vídeos), representações submicroscópicas (animações) e representações simbólicas são apresentadas sincronizadamente, numa tentativa de aumentar o ensino e a aprendizagem de conceitos químicos. Estes autores referem que estudantes universitários apresentaram melhores resultados em pós-testes após o uso do seu material educacional.

Wu, Krajcik e Soloway (2001) apresentaram uma nova ferramenta de visualização o ‘e-Chem’[®]. Este programa permite aos estudantes construir modelos virtuais, observar simultaneamente múltiplas representações e avaliar a sua utilidade. Os resultados mostram que esta ferramenta de visualização em combinação com modelos concretos de bolas e bastão permitiu a estudantes do ensino médio desenvolverem um melhor conhecimento visual e

conceitual das representações químicas. Estes autores referem ainda que o ‘e-Chem’ aumentou a habilidade de os alunos conseguirem transitar de representações 3D para 2D. Existem outros programas disponíveis cujas características diferem um pouco destes, mas cujo objetivo principal é aumentar o conhecimento conceitual em Química.

Paralelamente a estes estudos apresentados por estes autores existem muitos outros que passam, por exemplo, por comparar os diversos tipos de ferramentas de visualização, na tentativa de encontrar as mais eficazes na aprendizagem dos alunos. Na maioria dos estudos, é referido que o uso de vários tipos de visualizações torna a aprendizagem mais eficaz, uma vez que os alunos que usaram estas ferramentas apresentam melhores resultados em testes de retenção quando comparados com outros alunos.

Um destes estudos é o de Dori e Barak (2001), que basearam a sua pesquisa na ideia que tanto modelos concretos 3D como modelos apresentariam vantagens. Os autores relatam que estudantes do ensino médio do seu grupo experimental, onde foi usada uma mistura de vários tipos de representação, alcançaram uma melhor compreensão do conceito de ‘modelo’ e apresentaram mais facilidade em definir e implementar novos conceitos adquiridos, tais como isomeria e grupo funcional. O seu grupo experimental de alunos apresentou igualmente melhores capacidades para transformar representações 2D em 3D e vice-versa. Eles recomendam a incorporação tanto de modelos 3D concretos como virtuais no ensino/aprendizagem de química para criar a percepção de modelo e compreensão molecular espacial.

Outros autores focaram as suas pesquisas nas operações mentais envolvidas na manipulação das representações (SEDDON; ENIAIYUJU, 1986; SEDDON; SHUBBER, 1985;

TUKEY; SELVARATNAM, 1991) que, de uma forma geral, relatam que estudantes do ensino médio alcançaram mais sucesso ao resolver tarefas que envolviam a rotação mental de representações 2D quando eram ensinados com ferramentas visuais (vídeos e outros) que demonstravam as rotações.

Estes estudos têm causado impacto na comunidade de ensino de Química, onde a *necessidade e a proliferação* de ferramentas visuais associadas ao uso de tecnologias é muito elevada, como já referido. Professores e educadores, nos seus respectivos contextos, estabelecem uma série de objetivos de aprendizagem para os seus alunos, que podem ou não ser atingidos por estes. Numa tentativa de serem bem sucedidos estes professores e educadores recorrem, então, cada vez mais ao uso de ferramentas de visualização.

Verificamos também que emergem pesquisas elaboradas por cientistas cognitivos (psicólogos e outros) que reforçam a importância do uso da visualização na aprendizagem destes conceitos abstratos e que simultaneamente tentam explicar que processos cognitivos estão presentes nestas aprendizagens fortemente apoiadas em visualizações.

Em janeiro de 2001, sob o patrocínio da NSF (Nacional Science Foundation)², foi realizado na Virginia (EUA), um importante *workshop* (NCSA, 2001) acerca desta temática, onde estiveram presentes algumas dos investigadores (cientistas, psicólogos cognitivos, professores) mundiais mais proeminentes nesta área. O objetivo deste *workshop* foi, através da junção destes investigadores, examinar como os cientistas usam as representações das estruturas químicas para

² A NSF é uma agência federal independente, dos Estados Unidos da América, criada pelo congresso em 1950 para promover o progresso da ciência, desenvolver a saúde nacional, prosperidade e bem-estar. Tem um orçamento anual de cerca de 6,9 bilhões de US dólares. <http://www.nsf.gov/about/>

comunicar idéias, e como é que os alunos podem aprender melhor com o seu uso. Deste encontro foi elaborado um relatório, onde se encontram os resultados das discussões e algumas recomendações. Embora o foco fosse a visualização molecular, é também debatida a importância de juntar três disciplinas (ciência, cognição e educação), para estudar e desenvolver o uso de visualizações em todos os campos da Educação em Ciências. Salientamos, igualmente, que a realização deste *workshop*, foi o primeiro evento de um grande projeto suportado pela NSF, o segundo foi a realização, também em 2001, da Conferência “Gordon Research”³ no Reino Unido, com o tema “Educação em Ciências e Visualização” e a terceira parte deste projeto foi o patrocínio ao longo desta década, de uma série de mini-projetos relacionados com o estudo da visualização na educação em ciências (JONES et al., 2005).

Deixamos aqui também uma referência à realização de uma conferência em 2011, organizada pela GRC, com o tema “A visualização em Ciência e em Educação”, que terá lugar nos EUA.

Este recurso cada vez mais frequente à utilização da visualização por educadores no ensino química tem feito emergir, como podemos demonstrar, um campo de pesquisa nesta área, que busca responder a algumas questões de natureza epistemológica, ontológica, cognitiva e metodológica. Por que usar visualizações? Qual a natureza das imagens que encontramos em livros, artigos e comunicações? Quais as características dessas imagens? De que forma o seu uso influencia a aprendizagem dos alunos? Como introduzir estas ferramentas visuais na sala de aula de Química? Que formação devem ter os professores para utilizarem adequadamente estas

³ A GRC “Gordon Research Conferences”, é uma organização não lucrativa gerenciada para o benefício da comunidade científica. Promove a discussão e a troca de ideias nos campos das ciências físicas, químicas e biológicas, organizando conferências internacionais em vários países do mundo. <http://www.grc.org/about.aspx>

ferramentas no processo de ensino/aprendizagem de Química? Que habilidades espaciais os alunos devem possuir para poderem usar estas ferramentas visuais? Como avaliar o impacto destas ferramentas? Estas são algumas das questões que encontramos com frequência na literatura e nos anais de vários encontros e conferências.

Se é, então, possível conceber que a linguagem visual é de fundamental importância na elaboração conceitual em Química e que, tal como a linguagem verbal, seu papel não é o de meramente comunicar ideias, e se pretendemos incorporar essas propostas em nosso cotidiano na sala de aula e em nossas discussões com outros professores e com futuros professores, é fundamental que conheçamos como estes concebem esta linguagem e as ferramentas associadas e como percebem seu papel na elaboração conceitual em sala de aula. Este é o nosso problema central de investigação.

2.2 A formação inicial do professor de Química

O uso sistemático destas ferramentas veio, como já foi mencionado, alterar a dinâmica da sala de aula, ou seja, as estruturas típicas das interações em sala de aula que correspondiam às tríades IRF (iniciação – resposta – feedback) (MEHAN, 1979; CAZDEN, 2001) consideradas como tradicionais, dão origem a outro tipo de interações. A sequência do discurso é agora distinta de uma lição tradicional. O professor não interrompe o discurso na primeira resposta, apenas aceita as respostas sem as avaliar. O rácio fala do professor versus fala do aluno é inverso ao da maioria das aulas tradicionais. Nestas, o professor falava cerca de 2/3, agora as falas dele são curtas e as respostas dos alunos expandidas. O objetivo final é tornar a sala de aula uma

comunidade de aprendizagem em vez de uma coleção de *aprendizes individuais* (CAZDEN, 2001).

Nestes novos cenários de ensino, orientados por uma perspectiva construtivista do conhecimento, no qual muitas vezes a produção de representações é determinada diretamente pelas ações do aluno, a multiplicidade de propósitos que estes aplicativos oferecem, desde a seleção de textos, construção de gráficos, escolha e construção de determinada imagem, servem simultaneamente para estruturar ações externas e internas do pensamento do aluno. Estas “caixas de ferramentas” (CROOK, 1996) mudaram o ensino de Química. As atividades organizadas pelos professores com recurso a estas ferramentas alteraram a forma como os alunos aprendem. É bastante provável que o uso conjugado entre o plano dos fenômenos e a interface computacional gráfica, transforme o processo de generalização mas, no entanto, fica a questão como é que estas interfaces influenciam a forma como o aluno observa o fenômeno?

A introdução na sala de aula de atividades de ensino mediadas por estas ferramentas é da responsabilidade do professor que, também de acordo com Wells (1999), deve ter o papel de facilitar o processo, ou seja, de ajudar o aprendiz a compreender o significado da atividade como um todo e indicar quais as ações e artefatos que podem mediar sua atuação, enquanto toma responsabilidade pela organização da estrutura, de envolver o aprendiz o mais possível, providenciando ajuda e orientação nas partes da atividade que ele não consiga ainda realizar por si próprio. A pergunta que se coloca, então, é: será que a formação inicial e continuada dos professores tem preparado professores sensibilizados para estas novas práticas de ensino apoiadas fortemente em ferramentas visuais?

A nossa suposição é que não. Aparentemente ainda temos licenciados em Química que, na sua formação, não obtiveram qualquer preparação para introduzirem convenientemente estas práticas em sala de aula, além do que muitas vezes a falta de recursos e tempo acaba por se tornar um obstáculo incontornável para o uso destas ferramentas.

Considerando igualmente as especificidades destas ferramentas, temos igualmente que, nos seus cursos de formação inicial, estes professores muitas vezes não sejam apetrechados convenientemente da noção que, por exemplo, os objetos moleculares são representações imagéticas da entidade molecular e podem ser definidos como uma analogia do que supomos ocorrer no plano submicroscópico da matéria e não um retrato da realidade. Estas questões epistemológicas e ontológicas destas representações são muitas vezes “omitidas” dos cursos de formação inicial e continuada de professores, dando lugar a professores que fazem transposições cegas e irrefletidas de determinadas práticas de ensino para a sua sala de aula, com graves prejuízos para a aprendizagem dos alunos. De acordo com Giordan:

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. 181).

Parece-nos que muitos professores não têm a concepção que a sala de aula deve ser, então, um lugar onde existem atividades organizadas para ensinar ciências com uma disposição temporal coerente, e em que se verifique o entrecruzamento das narrativas produzidas por professores e alunos com as narrativas produzidas por agentes externos (por ex. representação

visual). Destacando-se a necessidade de o professor ser capaz de conceber uma narrativa sequencial com várias atividades e com várias ferramentas, mas mantendo sempre um alto grau de referenciabilidade entre esses meios, ou seja, tem de haver coerência entre o que é dito no texto escrito, nos esquemas, nas equações e na locução oral.

Apoiando-nos na concepção de Mortimer e Scott (2003), três partes fundamentais estruturam a organização do ensino em sala de aula. A primeira é a necessidade do professor disponibilizar as idéias científicas no plano social da aula. A segunda relaciona-se às estratégias para auxiliar os alunos na apropriação dessas idéias, conferindo-lhe sentido. A terceira parte diz respeito à transferência de responsabilidade aos alunos sobre a aplicação dessas ideias. A concretização de cada uma destas partes dá-se por meio de atividades, cuja organização depende do seu encadeamento ao longo das aulas em que se dá a sequência de ensino.

Para além, dos autores citados anteriormente, encontramos na literatura brasileira outros, (MALDANER, 2000 e MALDANER; ZANON; AUTH, 2007), que apresentam importantes reflexões e pesquisas na área da formação inicial e continuada de professores de Química.

Maldaner (2000) apresenta-nos um interessante trabalho, acerca da formação atual dos professores de Química, sua repercussão no ensino desta ciência nas escolas brasileiras e, conseqüentemente, na sociedade brasileira. Neste trabalho, o autor faz uma reflexão sobre o papel do professor, o exercício profissional e a sua formação. Este autor apresenta um diagnóstico sobre o tipo de formação inicial que as universidades fornecem aos professores de Química, em que se verifica uma divisão entre uma formação pedagógica em disciplinas, como a psicologia, a sociologia, metodologias, didática, etc., que não se “encaixam” sobre uma “base” de ciências

básicas construída nas disciplinas específicas de conteúdos de Química. Para este pesquisador, existe um enorme desfasamento entre, aquilo que se espera historicamente do professor,

[...] alguém que seja capaz de criar/recriar a herança cultural, junto às gerações mais jovens, alguém profundamente inserido em seu meio social e cultural e capaz de sentir os anseios populares e convertê-los em material de reflexão com base nas construções das ciências e outras conquistas pessoais. (MALDANER, 2000, p. 44).

e a formação que lhe é oferecida na universidade, em fases estanques e que muito tem contribuído para a convicção, de que somos incapazes de formar bons professores.

No caso específico da formação inicial de professores de Química, verifica-se frequentemente, como já foi referido, a separação entre conteúdo e pedagogia, criando na sua formação uma enorme lacuna, pois é diferente saber os conteúdos de Química num contexto de Química, de sabê-los, num contexto de mediação pedagógica dentro do conhecimento químico. Quando esta perspectiva está ausente, o professor não saberá “mediar adequadamente a significação dos conceitos” (MALDANER, 2000, p. 45), nem segundo a nossa perspectiva, escolher e usar adequadamente as ferramentas de visualização que a sociedade (governo, família, escola, etc.) exige na sala de aula, neste novo paradigma da Pós-Modernidade⁴.

⁴ Pressuposto filosófico, cujo uso e expansão se devem ao filósofo francês Jean-François Lyotard, com a publicação "A Condição Pós-Moderna" (1979), que considera a "condição" pós-moderna como uma consequência da atual crise do capitalismo. Este modelo apresenta uma crítica cerrada aos valores defendidos no Modernismo. O paradigma Moderno de Ciência foi construído sob o conceito de racionalidade, com o intuito de subjugar a natureza, negando o pensamento dominante até ao renascimento (fé e natureza, como grandes forças universais). A obsessão pelo progresso fez surgir novos valores e objetivos, expandiu-se o comércio e o trabalho humano começou a ser medido em termos de produtividade. Na educação, tínhamos a pedagogia da resposta única, o conhecimento para ser aprendido, devia ser dividido em partes, conduzindo à especialização. Com o colapso da sociedade que não conseguiu resolver os seus problemas (saúde, educação, desigualdade, etc.), este modelo modernista, que teve em Bacon, Newton e Descartes seus grandes expoentes, começou a ser severamente questionado, emergindo em várias áreas da sociedade (arte, música, literatura etc.), uma nova visão. A Ciência é concebida como um ato humano,

Neste trabalho (MALDANER, 2000), é igualmente mencionado o “despreparo pedagógico dos professores universitários” (MALDANER, 2000, p. 47) que afeta a formação em Química de uma forma geral, incluindo os licenciados. O processo de ensino nas universidades centra-se geralmente na transmissão e na cobrança de conteúdos científicos prontos, acabados e inquestionáveis, modelo este, que os futuros professores vão reproduzir, muito provavelmente, nas suas aulas. Na essência, os futuros professores, tendem a transportar para as suas aulas as mesmas concepções que vivenciaram na universidade, ou seja, conforme a racionalidade técnica⁵ derivada do positivismo⁶. No entanto, verificam-se esforços isolados para melhorar os cursos de graduação, com a criação de algumas disciplinas novas dentro dos cursos de Química, como por exemplo, história da Química ou história da ciência, epistemologia da ciência, no sentido de diminuir a separação entre o mundo acadêmico e o mundo da prática.

De acordo com Maldaner (2000), os professores manifestam, em muitas ocasiões, as suas crenças nas mesmas bases epistemológicas a que foram sujeitos durante toda a sua formação escolar utilizando, por exemplo, as aulas práticas como motivação para aceitar melhor os conteúdos e na relação com a vida diária para torná-los mais interessantes e, assim, guardá-los melhor na memória. Como veremos mais adiante neste trabalho, esta forma de encarar o uso do laboratório, é muito semelhante ao atribuído na prática, ao uso dado às ferramentas de

historicamente situado, reconhece-se a intencionalidade, rejeita-se a neutralidade. O conhecimento é construído e o ensino deve ser intra e interdisciplinar.

⁵ De acordo com Schön (2000, p.15), “ [...]a racionalidade técnica é uma epistemologia da prática derivada da filosofia positivista, construída nas próprias fundações da universidade moderna, [...]”. De acordo com esta perspectiva, “[...] os profissionais são aqueles que solucionam problemas instrumentais, selecionando os meios técnicos mais apropriados para propósitos específicos[...] através da aplicação da teoria e da técnica derivados de conhecimentos sistemáticos, de preferência científicos.”

⁶ O positivismo é uma linha teórica da sociologia, criada pelo francês Auguste Comte (1798-1857), que começou a atribuir fatores humanos nas explicações dos diversos assuntos, contrariando o primado da razão, da teologia e da metafísica. O método positivista consiste na observação dos fenômenos, subordinando a imaginação à observação, Comte preocupou-se em tentar elaborar um sistema de valores adaptado com a realidade que o mundo vivia na época da Revolução Industrial, valorizando o ser humano, a paz e a concórdia universal.

visualização. A visualização para os futuros professores de Química da nossa amostra, serve essencialmente para motivar, captar a atenção, tornar mais interessante a aula e ajudar a relacionar melhor os conteúdos com o cotidiano. Só nalguns casos (poucos), é feita alguma referência ao papel das visualizações e dos modelos na ciência e na construção do próprio conhecimento conceitual. Não existe uma ruptura epistemológica, entre as concepções que lhes foram transmitidas durante toda a sua formação e as novas concepções que estão embutidas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (BRASIL, 2001) que são apresentadas no ponto seguinte deste trabalho.

Verificamos na nossa pesquisa, à semelhança com que o que foi mencionado no trabalho de Maldaner (2000) que, apesar de, nos planos de aula elaborados pelos alunos da licenciatura eles apresentarem propostas que vão de encontro às novas metodologias de ensino⁷, afastando-se da forma tradicional de ensino, que é vista por estes alunos, como algo a evitar, acabam na prática, por fazerem uso da visualização de uma “forma tradicional”, sem grandes questionamentos acerca da natureza, papel e efeitos internos do uso das visualizações no ensino e aprendizagem de Química.

Citados por Maldaner (2000), Praia e Cachapuz (1993) referem que para dois terços dos professores portugueses desta área, a ciência começa na observação, o que é sem dúvida um produto da visão indutivista, baseada na concepção empirista de fazer ciência. Estas crenças reforçadas pela experiência diária, nos cursos de formação continuada, na divulgação científica e

⁷ Ensino que visa a compreensão da natureza e processo de produção de conhecimento e análise crítica da sua aplicação na sociedade.

na mídia refletem-se nas suas práticas e nos seus discursos como veremos mais adiante. Usando o referencial teórico e metodológico de Michel Foucault, tentaremos pôr em evidência que estas são condições de emergência das suas práticas (discursivas e não discursivas), no caso específico do uso de visualizações. Se durante a sua formação, os professores não forem confrontados com estas questões da produção científica, tenderão a repetir e a reforçar as mesmas crenças e dogmas sobre a ciência. Na apresentação dos resultados desta pesquisa, teremos a oportunidade de verificar algumas similaridades com as situações atrás descritas e o uso das visualizações por parte dos professores da nossa amostra. O recurso às contribuições de Michel Foucault tem como objetivo ampliar a análise dos discursos dos professores, não os reduzindo simplesmente à língua, ao sentido e ao referente, permitindo que o movimento social, as instituições, os processos econômicos apareçam nos enunciados desses discursos.

Do trabalho de Maldaner (2000), recuperamos ainda a sua opinião, de que, normalmente os professores não têm oportunidade de discutir e fazer a produção de aulas de Química, não faz parte da cultura de professores, “normalmente navega-se sobre um livro didático qualquer” (MALDANER, 2000, p. 60), buscando itens, por exemplo imagens, que coincidam com o conteúdo dado e aceito tacitamente. Todos estes recursos usados pelos professores (experimentação, modelos, visualizações, etc.) são itens de conteúdo e não “meios para construir conhecimento químico escolar e formar o pensamento...”(ibidem, p. 61). Esta visão, de que, aprender não se realiza sem mediação adequada, quer seja pelo professor diretamente ou pelos recursos que ele escolhe para as atividades que propõe na sala de aula, não está a ser suficientemente problematizada na formação dos professores, como constatou Maldaner (2000) na sua pesquisa, e por nós como veremos mais adiante no nosso trabalho.

Ancorando-se em Shön, Maldaner (2000), aborda outra questão que consideramos pertinente para o tema deste trabalho. Em conjunto com a desadequada formação inicial, os professores do ensino médio e fundamental deparam-se com situações reais muito complexas e, portanto, mais distantes das situações ideais abordadas nos cursos de licenciatura em que foram formados. No caso específico do uso de visualizações, a sua obtenção e uso adequado dependem frequentemente de meios tecnológicos (computadores, softwares, data-shows, etc.), que nem sempre existem nas escolas, ou nalguns casos, existem mas o professor não tem formação para lidar com os meios tecnológicos, ou o seu acesso é muitas vezes dificultado devido a muitos fatores. Um desses fatores está relacionado, infelizmente, com a desvalorização do professor como profissional (para ensinar basta transmitir o que se sabe), outros fatores serão de ordem econômica. Esta questão da “profissionalização” do professor é para muitos estudiosos, a solução para a crise educacional, que afastará o desprestígio social com que a profissão se debate e os baixos salários que os impedem de investir na formação. Este último ponto é muito importante para o tema do nosso trabalho, como já foi referido, o uso de visualizações está muito associado ao uso de avançada tecnologia, cuja atualização requer uma formação frequente. Esta formação adequada torna-se o núcleo da crise de confiança no conhecimento profissional e claro na capacidade que os professores manifestam em lidarem com questões práticas.

Outro ponto importante do trabalho de Maldaner (2000), com o qual concordamos inteiramente, diz respeito à necessidade de os professores deverem participar nas pesquisas educacionais, o que no caso específico do uso de visualizações, dada a natureza e a complexidade destes recursos, se torna essencial. Não adianta querermos impor determinado produto tecnológico, ou determinado produto de uma pesquisa se os “receptores”, não participarem, de alguma forma, do seu desenvolvimento. Ao não participarem das pesquisas sobre a sua prática

profissional, os professores são afastados de uma necessária reflexão sobre o seu próprio trabalho, além de surgirem as conhecidas situações em que a pesquisa por ter sido elaborada por pesquisadores da academia muito afastados das situações reais, não ter qualquer aplicabilidade na prática, ou então, o que acontece na maioria das situações, as pesquisas não chegam aos professores, circulam apenas no meio acadêmico.

De acordo com Maldaner, Zanon e Auth (2007), esta interação entre pesquisadores e professores, ou futuros professores e licenciandos na formação inicial, promoverá a construção de novas significações ligadas ao processo de ensino/aprendizagem, levando a que, sejam os próprios professores a procurar alternativas para a sua prática, contemplando assim, dimensões esquecidas da ação pedagógica.

Em relação ao uso de visualizações no ensino de Química, o professor é sem dúvida, a pessoa melhor colocada para investigar as situações de ensino e aprendizagem, em sala de aula, do que um pesquisador externo sozinho. O uso de visualizações no ensino de Química é, como qualquer outro ato pedagógico, complexo e exige a presença constante de quem o observa, de quem percebe o contexto e o entorno em que se está introduzindo determinada ferramenta visual. Não existem soluções-padrão, a ação do professor dá-se sobre situações complexas, únicas e cheias de incertezas, o que para muitos professores, nos quais me incluo, constitui a beleza desta profissão, um desafio constante que começa na formação inicial e se prolonga pela vida.

A introdução de ferramentas visuais no ensino de Química é uma prática, cujas pesquisas são recentes e, como referido por vários pesquisadores, estamos muito longe de entender qual o impacto real do seu uso na aprendizagem dos alunos. Como veremos no decorrer deste trabalho

são várias as correntes teóricas que tentam explicar a natureza e os efeitos do uso de visualizações no ensino e na aprendizagem, desde as teorias socioculturais que vêm as visualizações como ferramentas semióticas que moldam nossa experiência, e conseqüentemente o nosso pensamento, às teorias de base internalista, em que as visualizações são poderosas ferramentas cognitivas imprescindíveis na criação de modelos mentais adequados à elaboração conceitual e visual. Também verificamos que a maioria das pesquisas nesta área têm como foco o aluno, procurando-se geralmente averiguar de que forma determinada ferramenta contribuiu para aprendizagem, existindo poucos trabalhos que tenham como ponto central o professor e a forma como este concebe o uso de ferramentas visuais no ensino, em particular no ensino de Química. No ponto 2.4 deste trabalho apresentamos alguns trabalhos que encontramos na literatura, cujo foco é exatamente a formação de professores e o uso destas ferramentas em sala de aula.

2.3 Legislação na área da formação inicial do professor de Química no Brasil

Neste ponto deixaremos algumas considerações sobre a legislação brasileira acerca da formação de professores, cuja, existência e características contribuem para impulsionar e orientar as mudanças exigidas pelo governo e pela sociedade.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996)⁸, refere que a Educação Superior deve estimular a criação cultural, o desenvolvimento do espírito científico, conduzindo à formação de pessoas reflexivas, aptas para inserir-se em diferentes setores da sociedade e para contribuir para o desenvolvimento. Neste âmbito os currículos dos cursos de formação de professores devem ser adaptados ao novo perfil de competências exigidas a estes profissionais.

⁸ Disponível em <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>, acessada em Setembro de 10

De igual modo, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (2001)⁹, estabelecem, agora mais especificamente, um perfil de competências e habilidades que são esperadas de um professor de Química, quer ao nível do bacharelato, quer ao nível da licenciatura. Neste documento são apresentadas considerações sobre os vários pontos de abrangência deste perfil que apresentamos de seguida de uma forma condensada.

Neste documento, este perfil abrange competências e habilidades com relação:

- a) **À formação pessoal** (o professor deve possuir conhecimento sólido e abrangente na área de atuação; deve possuir capacidade crítica; deve identificar aspectos filosóficos e sociais que definem a realidade educacional; identificar o processo de ensino aprendizagem como processo humano em construção; deve ter uma visão crítica com relação ao papel da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção; saber trabalhar em equipe; deve ter interesse no auto-aperfeiçoamento contínuo; ter formação humanística; deve ter habilidades que o capacitem para a preparação e desenvolvimento de recursos didáticos e instrucionais).

- b) **À compreensão da Química** (o professor deve compreender os conceitos, leis e princípios da Química; deve conhecer as propriedades físicas e químicas principais dos elementos e compostos; deve acompanhar e compreender os avanços científico-tecnológicos e educacionais; deve reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político).

⁹ Disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>, acessado em Setembro de 10

- c) **À busca de informação e à comunicação e expressão** (o professor deve saber identificar e fazer busca nas fontes de informações relevantes para a Química; deve ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos em idioma pátrio e num idioma estrangeiro; deve saber escrever e avaliar criticamente os materiais didáticos; deve demonstrar bom relacionamento interpessoal e saber comunicar corretamente os projetos e resultados de pesquisa).
- d) **Ao ensino de Química** (o professor deve refletir de forma crítica a sua prática em sala de aula; deve compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade; deve saber trabalhar em laboratório e saber usar a experimentação em Química como recurso didático; deve possuir conhecimentos básicos do uso de computadores e sua aplicação em ensino de Química; deve possuir conhecimento dos procedimentos e normas de segurança no trabalho; conhecer teorias psicopedagógicas que fundamentam o processo de ensino-aprendizagem, bem como os princípios de planejamento educacional; deve conhecer os fundamentos, a natureza e as principais pesquisas de ensino de Química; deve conhecer e vivenciar projetos e propostas curriculares de ensino de Química; deve ter atitude favorável à incorporação, na sua prática, dos resultados da pesquisa educacional em ensino de Química).
- e) **À profissão** (o professor deve ter consciência da importância social da profissão como possibilidade de desenvolvimento social e coletivo; deve ter capacidade de disseminar e difundir e/ou utilizar o conhecimento relevante para a comunidade; deve atuar no

magistério, em nível de ensino fundamental e médio, de acordo com a legislação específica; deve exercer a sua profissão com espírito dinâmico, criativo, na busca de novas alternativas educacionais, enfrentando como desafio as dificuldades do magistério; deve conhecer criticamente os problemas educacionais brasileiros; deve identificar no contexto da realidade escolar os fatores determinantes no processo educativo; deve assumir conscientemente a tarefa educativa, cumprindo o seu papel social de preparar os alunos para o exercício consciente da cidadania; deve desempenhar outras atividades na sociedade, para cujo sucesso uma sólida formação universitária seja importante fator).

Como se pode observar pela proposta do governo do início desta década, um professor deverá ser um profissional muito completo, do qual se espera um excelente desempenho, para o qual, e de acordo com outro documento do próprio governo (BRASIL, 2001)¹⁰, infelizmente a formação inicial e continuada ainda não contribui como se esperaria para a formação destes professores. De acordo com este documento, são “[...] crônicos e reconhecidos os problemas da formação docente [...]” (BRASIL, 2001, p. 139), que acabam por se tornarem um obstáculo para o desempenho do professor. Neste mesmo documento é referido que a revisão da formação inicial terá de ser enfrentada tanto no campo institucional como curricular. No campo institucional é referida, por exemplo, a ausência de espaços para os estágios, falta de integração da escola com os diversos espaços educacionais na sociedade e o distanciamento entre as instituições de formação de professores e os sistemas de ensino da educação básica. Salientamos, ainda que, neste documento se referem quais as competências que deve possuir um aluno ao completar o

¹⁰Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio, disponível em : <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acessado em setembro de 10

ensino médio, assim como, os temas organizadores do ensino de Química, orientações para a organização do trabalho escolar e ainda estratégias para a ação do professor.

Do elenco de competências que deve ter um aluno no final do ensino médio, destacamos a primeira e a segunda, que consideramos relevantes para o tema deste trabalho. Neste documento refere-se o desenvolvimento de competências no domínio da *representação e comunicação*, que envolve a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas próprias da Química, a transposição entre diferentes formas de representação e o desenvolvimento de competências no domínio da *investigação e compreensão*, com ênfase no uso de idéias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados à Química. Sendo assim, só um professor com uma formação adequada será capaz de corresponder aos desafios colocados pelo ensino/aprendizagem de Química, neste virar de século.

2.4 Pesquisas na área: a formação do professor e o uso de visualizações no ensino de Química

Na literatura encontram-se alguns trabalhos recentes, que têm como foco o uso de visualizações no ensino de química e a formação de professores. Dori e Barnea (1997) discutem o efeito de um curso de formação continuada de professores na introdução da tecnologia computacional, nomeadamente, na atitude dos professores e, na forma de implementação destes recursos na sala de aula. Estes pesquisadores referem que o uso de computadores no ensino de ciências apresenta várias vantagens, especialmente no ensino de Química, dado que, permite a visualização de modelos do mundo submicroscópico da Química. De acordo com os resultados (quantitativos e qualitativos) obtidos neste estudo, os autores relatam que o curso de formação

com um módulo sobre polímeros modificou a atitude dos professores face ao uso destes recursos. Os autores mencionam um aumento no grau de confiança e na preparação dos professores para usar estes meios. É referido igualmente que, só os professores que participaram nesta formação é que incorporaram nas suas aulas o módulo sobre polímeros, o que por si só, é um indicativo das dificuldades cognitivas e técnicas que os professores apresentam ao tentarem implementar estas novas tecnologias na sala de aula.

Num estudo posterior, estes mesmos autores (BARNEA; DORI, 2000), investigaram como professores e alunos do ensino superior que estiveram envolvidos num programa especial, percebem a natureza e a função dos modelos, usando um questionário de percepção de modelos. Para estes autores, a percepção que os professores têm acerca dos modelos é muito importante, dado que, se os professores não possuem um correto conhecimento da natureza e do papel dos modelos nas ciências, dificilmente serão capazes de os incorporar apropriadamente no seu ensino.

Nesta pesquisa, 34 professores em formação continuada e em formação inicial participaram de uma oficina de 14 horas acerca de modelos, tendo sido avaliada a percepção dos modelos através de um questionário de modelos. Este questionário foi também aplicado a dois grupos de alunos do ensino superior (um de controle, outro experimental), que estudaram ligações químicas e estruturas. Os autores verificaram que os professores do grupo experimental que participaram na oficina enfatizaram o conceito de modelo, usando vários tipos de modelos, incluindo modelagem molecular computadorizada, enquanto, os professores do grupo de controle ensinaram este tópico da forma tradicional, sem a ajuda do computador e sem enfatizarem o conceito de modelo. Os autores referem, igualmente que, de uma forma geral, a formação

(oficina) melhorou vários aspectos da percepção de modelos e que este fato pode ser confirmado pela significativa diferença obtida entre o grupo experimental (ensino mediado por modelagem molecular computadorizada) e o grupo de controle (ensino tradicional) dos alunos do ensino superior. Estes autores concluem afirmando que, a formação foi importante, porque permitiu aos professores expandir as suas noções iniciais sobre modelos, e por isso, mais tempo deve ser investido na formação continuada e inicial de professores nesta temática, em particular no ensino de Química.

Na literatura, encontramos outro estudo (GALAGOVSKY; GIACOMO; CASTELO, 2009) dentro desta temática em que se analisam as explicações verbais e gráficas elaboradas por docentes no ensino de forças intermoleculares. As autoras concluem que é possível considerar a complexidade da linguagem dos especialistas como fonte de obstáculos epistemológicos na comunicação entre alunos e docentes. Este trabalho apresenta uma investigação levada a cabo com um grupo de professores do ensino médio e universitário durante uma oficina, em que estes tinham de expressar modelos explicativos submicroscópicos sobre fenômenos macroscópicos de solubilidade, insolubilidade e formação de uma emulsão com água, óleo e azeite. O objetivo desta oficina era levar os participantes a refletirem sobre a dificuldade de construir modelos explicativos sobre forças intermoleculares, acrescida das complicações derivadas da expressão gráfica de tais modelos. Neste trabalho, também se propõe uma distinção ontológica entre os conceitos de “modelo mental”, “modelo explícito” e “desenho”.

A análise dos resultados obtidos durante a oficina, assim como do levantamento de informações gráficas contidas em livros de texto sobre este tema, permitiu a estas autoras pôr em evidência que, no caso das forças intermoleculares, existe uma ambiguidade entre a simbologia

existente nos desenhos de textos científicos e a complexidade conceitual das descrições verbais acompanhantes. Acrescentam, ainda que, estes resultados lhes permitem definir os “desenhos” como a parte gráfica que representa em forma simplificada e concreta, alguns conceitos abstratos e complexos de qualquer modelo científico. *Os “modelos explícitos” são informações criadas por peritos, provêm de seus modelos mentais explicativos, e são parte dos recursos didáticos* (GALAGOVSKY; GIACOMO; CASTELO, 2009, p. 17), para estas autoras os modelos mentais serão:

[...] um modelo que está na mente do sujeito (seja este um cientista ou um professor), um ‘modelo mental perito’ quando com fins comunicacionais, este modelo é explicitado, transforma-se num conjunto de explicações que se expressam complementarmente em diferentes linguagens: aparece então o ‘modelo explícito’. (GALAGOVSKY; GIACOMO; CASTELO, 2009, p. 15).

No final do trabalho, as autoras deixam várias considerações didáticas das quais nós destacamos duas que consideramos pertinentes para a natureza do nosso trabalho (GALAGOVSKY; GIACOMO; CASTELO, 2009, p. 19):

- Nós docentes construímos nossos próprios modelos mentais a partir dos modelos científicos explícitos que encontramos em livros universitários. Com a finalidade de ensinar, modificamos, simplificamos e, mediante transposições didáticas produzimos, modelos de ‘ciência escolar’, para apresentá-los na aula. Estes também são explícitos e constituem uma parte fundamental da informação que se apresenta aos alunos.
- Os alunos, por sua vez, constroem os seus próprios ‘modelos mentais idiossincráticos em função da informação que recebem de professores, textos e das suas próprias características cognitivas. Estes modelos mentais idiossincráticos constroem-se baseados em conhecimentos prévios e podem estar embasados no ‘senso comum, outorgando significados cotidianos a palavras e

desenhos provenientes do ensino (GALAGOVSKY; ADÚRIZ-BRAVO, 2001; GALAGOVSKY; BEKERMANN, 2008).

Por fins estas autoras citando, Perales López e Romero Barriga (2005), assinalam que a alfabetização visual é crucial na compreensão e retenção de imagens, além de que nós professores e os autores dos livros tendemos a pensar equivocadamente que a interpretação das imagens depende de habilidades intuitivas, inseridas de forma natural nos sistemas de processamento visual.

3. REFERENCIAIS TEÓRICOS

3.1 Teoria Sociocultural de Lev Vygotsky

Lev Vygotsky é um autor russo (1866-1934) cujo interesse pela psicologia o levou à busca da compreensão dos processos mentais humanos. Seu trabalho contou com a participação de dois grandes pesquisadores, Luria e Leontiev. Seus estudos centraram-se nas chamadas funções mentais superiores (controle consciente do comportamento, memória, pensamento abstrato, raciocínio, capacidade de planejamento, etc.), atribuindo à linguagem uma grande importância na constituição do pensamento. Vygotsky introduz igualmente fatores sociais na relação entre desenvolvimento da aprendizagem e o sujeito.

De acordo com Vygotsky, as ferramentas (psicológicas ou materiais) que utilizamos moldam nossa experiência, e conseqüentemente, nosso pensamento. De acordo com a Teoria Sociocultural de Vygotsky, a visualização é, então, vista como uma ferramenta de mediação semiótica¹¹, em que sistemas de signos são constantemente utilizados para mediar processos sociais e o pensamento. Uma das contribuições mais arrojadas de Vygotsky é que ele prevê que, no plano mental, existam *construtos* que exercem funções mediadoras das atividades, a que ele chamou de ferramentas psicológicas. O conceito de ferramentas psicológicas em Vygotsky

¹¹ A semiótica é a ciência que estuda os processos de significação. Estes processos de significação são mediados por signos, quer sejam eles, palavras grafadas ou faladas, símbolos escritos, gestuais ou naturais, sendo o signo tudo aquilo que está relacionado com uma segunda coisa e que a representa. (GOIS; GIORDAN, 2007). A Teoria Semiótica ou Teoria Geral dos Signos tem como um dos mais importantes fundadores modernos, Charles Peirce (1839-1914). De acordo, com Pierce o conhecimento humano pode ser representado por uma tríade, signo, objeto e interpretante. O signo é tudo aquilo que representa algo para alguém, o objeto é tudo aquilo que é representado e que pode ter existência concreta ou não, o interpretante é algo (signo equivalente) que surge na mente da pessoa, que faz com o signo seja entendido como uma representação de algo. Este algo que surge na mente está relacionado com experiências anteriores, com processos sociais e culturais. Os signos exercem, portanto, um papel de mediadores, colocando-se entre o sujeito e o conhecimento utilizado tanto para estruturar o pensamento, como em atividades de produção material e simbólica (PIERCE, 2005).

evoluiu ao longo de suas investigações e, à medida que ocorreram evoluções, foi dada ênfase à natureza significativa e comunicativa dos signos, constituindo uma interpretação '*semioticamente orientada*'. Em uma das suas palestras proferidas em 1930, dá exemplos de algumas ferramentas psicológicas: *a linguagem; vários sistemas para contar; técnicas mnemônicas; sistema de símbolos e algébricos; trabalhos sobre arte; escritos; esquemas; diagramas; mapas e desenhos mecânicos; todo tipo de signos convencionais, etc.* (WERTSCH, 1988, p.95).

O uso de ferramentas mediacionais no contexto da experiência escolar toma como base o conceito mais amplo de ação mediada desenvolvido por Vygotsky e se constitui em um dos três pilares básicos do seu construto teórico: a tese de que os processos mentais superiores (ou funções mentais superiores) podem ser entendidos somente mediante a compreensão dos instrumentos e signos que atuam como mediadores desses processos.

No entendimento de Wertsch, o conceito de mediação é o mais importante e original na obra de Vygotsky, desempenhando um papel central em sua teoria, tornando-se cada vez mais importante nos últimos anos de sua carreira e de sua vida. Nos trabalhos de Vygotsky, a construção da mediação – especialmente a mediação semiótica – desempenhou um papel teórico central.

Atualmente, as noções de 'meios mediacionais' ou 'ferramentas culturais' e 'ação mediada' fornecem as bases essenciais para as pesquisas socioculturais.

A idéia central da mediação é a de que o homem tem acesso ao mundo fundamentalmente de forma indireta ou mediada. Desse modo, nas relações entre o homem e o mundo, existem

mediadores que atuam como ferramentas auxiliares da atividade humana. Para Vygotsky, esses mediadores podem ser os instrumentos ou signos. Enquanto o instrumento é um objeto criado para exercer certa função de natureza auxiliar ao trabalho humano, o signo exerce uma função auxiliar nos processos psicológicos, que são orientados para o sujeito, para os mecanismos psíquicos do indivíduo, portanto, da perspectiva de Vygotsky, o uso das visualizações como ferramentas psicológicas:

- introduz várias novas funções associadas ao uso da ferramenta dada e a seu controle;
- suprime e torna desnecessários vários processos naturais, cujo trabalho é executado pela ferramenta, e altera os cursos e os aspectos individuais (intensidade, duração, seqüência, etc.) de todos os processos mentais que entram na composição do ato instrumental, substituindo algumas funções por outras (isto é, recria e reorganiza toda a estrutura do comportamento) assim como uma ferramenta técnica recria toda a estrutura das operações de trabalho (VYGOTSKY, 1981, p. 139).

No entanto, nos trabalhos mais recentes sobre esta área (alguns já citados), não é geralmente referido explicitamente que qualquer representação visual é intencional e resulta de uma construção coletiva e compartilhada entre os membros de uma comunidade que lhe confere legitimidade. Esta perspectiva sociocultural é frequentemente omitida e/ou abandonada nestes trabalhos, assentando a aprendizagem no desenvolvimento de habilidades espaciais e competências representacionais (que abordaremos mais à frente), remetida para um plano individual (internalista) para se atingir o objetivo final que é o aluno conseguir, através das ferramentas visuais que aprendeu a usar, efetuar a construção do seu próprio conhecimento. Nesta perspectiva construtivista, a interação considerada é a relação entre o sujeito e o objeto de

conhecimento. Apesar de reconhecermos as inovadoras abordagens que estes trabalhos nos trazem, não podemos deixar de apresentar aqui as contribuições de Bakhtin e da sua Teoria do Enunciado e de James Wertch através da Teoria da Ação Mediada.

Acreditamos que estas três teorias nos trazem grandes contribuições para analisar a sala de aula onde estas ferramentas visuais são predominantemente usadas e que serão um precioso auxílio para professores, em conjunto com as contribuições mais recentes sobre a visualização no ensino de química, no sentido de compreender o processo de significação na sala de aula de Química.

Também nos interessa, da teoria de Vygotsky, o seu pressuposto de que só na adolescência a criança terá desenvolvido de uma forma combinada as funções mentais superiores de atenção, abstração, seleção de atributos, etc., (VYGOTSKY, 2009, p.220), tão necessárias para a aprendizagem em Química. Para este autor, apesar destas funções se desenvolverem desde a infância, só num período relativamente tardio elas se manifestam:

O novo emprego significativo da palavra, ou seja, o seu emprego como meio de formação de conceitos é a causa psicológica imediata da transformação intelectual que se realiza no limiar entre a infância e a adolescência. (VYGOTSKY, 2009, p.172).

Vygotsky considera que o processo de desenvolvimento de conceitos ocorre em três estágios distintos, o pensamento sincrético, o pensamento por complexos e, finalmente o pensamento por conceitos, sendo que, cada um destes estágios se encontra subdividido em várias fases. Para Vygotsky, estes estágios não são considerados excludentes entre si, ou seja, é possível observar num adulto pensamentos por complexos na base de alguma atividade mental e, na

adolescência é muito frequente a oscilação entre estas duas formas de pensamento, complexo e por conceitos. Estes contributos são particularmente importantes para o tema deste trabalho, uma vez que, no ensino de Química é nesta faixa etária que se procede à introdução de vários conceitos científicos com o *auxílio* de representações imagéticas, propostas por um adulto que supostamente se encontra noutra estágio de desenvolvimento do pensamento e, como refere Vygotsky:

O processo de formação de conceitos pressupõe, como parte fundamental, o domínio do fluxo dos próprios processos psicológicos através do uso funcional da palavra ou do signo. É somente na adolescência que se desenvolve esse domínio dos próprios processos de comportamento com o emprego de meios auxiliares. (VYGOTSKY, 2009, p. 172).

Aqui surge para nós a primeira reflexão: É possível ensinar a usar estas ferramentas, ou seja, aquilo que alguns autores consideram o “desenvolvimento de habilidades espaciais” e conseguir, por consequência, que os alunos sejam capazes de construir conceitos científicos? Da leitura que fazemos de Vygotsky, isto não nos parece claro, pois, segundo este autor, os processos de aprendizagem e de desenvolvimento das funções mentais superiores necessárias à elaboração de significados, não são processos independentes ou o mesmo processo, mas existem entre eles relações complexas (VYGOTSKY, 2009, p. 310). Para Vygotsky, o desenvolvimento se realiza por outros *ritmos* que a aprendizagem, o desenvolvimento não se subordina ao programa escolar, tem a sua própria lógica (ibidem, p. 323). Posto isto, coloca-se, então, a questão: Quando e como introduzir estas ferramentas semióticas para mediar processos de elaboração de significados?

De acordo com Vygotsky, a situação ainda se torna mais complexa porque muitas vezes, como resultado da assimilação da linguagem dos adultos, o pensamento das crianças na sua manifestação externa parece estar no estágio dos conceitos, mas internamente, possui estrutura e

função típicas do pensamento por complexos. Para Vygotsky, a generalização por um único traço encontrada no pensamento por conceitos ainda não existe internamente; a criança no pensamento por complexos generaliza com base em traços concretos, factuais e fortuitos. Neste estágio, este autor considera a existência de um pseudoconceito:

Se analisarmos atentamente essa última fase no desenvolvimento do pensamento por complexos, veremos que estamos diante de uma combinação complexa de uma série de objetos fenotipicamente idênticos ao conceito, mas que não são conceito, de maneira nenhuma, pela natureza genética, pelas condições de surgimento e desenvolvimento que lhe servem de base. Em termos externos, temos diante de nós um conceito, em termos internos, um complexo. Por isso o denominamos de 'pseudoconceito'. (VYGOTSKY, 2009, p. 190).

Mais uma vez, aqui podemos constatar a coerência do pensamento Vygotskyano, em que o desenvolvimento do verdadeiro conceito tal como qualquer função psicológica superior começa por ser social e, só depois, é que aparece no plano psicológico. De acordo com estes estudos, é possível nesta fase de desenvolvimento que o aluno e professor coincidam nos referentes designados por uma mesma representação visual, mas os significados são distintos, pois as operações mentais usadas são diferentes.

Neste ponto, coloca-se outra questão: Como é possível ao professor saber em que fase de desenvolvimento se encontra o aluno e como irá ele desenvolver o seu pensamento no decurso de uma atividade mediada por representações visuais?

Existe ainda outro aspecto importante no desenvolvimento do pensamento por conceitos numa sala de aula e que diz respeito aos critérios de valor que, segundo Giordan, não se encontra

explicitamente nos seus textos. Estes critérios de valor que podem ser distintos entre professor e aluno podem levar a privilegiar a atenção para a seleção de diferentes traços que conduzirão à elaboração de diferentes significados perante a mesma representação imagética.

Esta internalização como um movimento que interpreta trânsitos linguísticos e sociológicos do plano externo para o plano interno aparece de uma forma mais clara e porventura mais proveitosa nas contribuições de James Wertsch de que falaremos mais adiante.

3.2 Teoria do Enunciado de Bakhtin

Sem dúvida que, ao lermos algumas das produções de Vygotsky, facilmente verificamos que a linguagem é a ferramenta mestre que media a aprendizagem de todas as outras ferramentas e Bakhtin, apoiando-se nos estudos de Vygotsky, acrescenta-lhe o conceito de dialogicidade. Esta contribuição é considerada, por diversos autores, como a principal contribuição de Bakhtin para os estudos da linguagem. Segundo Bakhtin:

A psicologia do corpo social é justamente o meio ambiente inicial dos atos de fala de toda a espécie, e é neste elemento que se acham submersas todas as formas e aspetos da criação ideológica ininterrupta: as conversas de corredor, as trocas de opinião no teatro e, no concerto, nas diferentes reuniões sociais, as trocas puramente fortuitas, o modo de reação verbal face às realidades da vida e aos acontecimentos do dia-a-dia, o discurso interior e a consciência auto-referente, a regulamentação social, etc. (BAKHTIN, 2006, p. 41).

Para este autor, as criações ideológicas (ciência, arte, religião, etc.) têm lugar nos atos de fala de toda a natureza, incluindo o próprio discurso interior. Para Bakhtin, os aspetos institucionais do comportamento humano vão ser condicionantes dos *modos de discurso*

utilizados nos diversos enunciados produzidos socialmente. No seu livro *Marxismo e Filosofia da Linguagem*, Bakhtin dedica-se ao estudo do caráter social do signo e do seu papel nas interações verbais entre sujeitos.

Para Bakhtin, existe uma indissolubilidade entre o signo e a situação social na qual ele se insere, ou seja, Bakhtin considera princípios semióticos e sociais para interpretar a interação verbal. Por este motivo, Bakhtin refuta a fundamentação gramatical e fonética para a análise do discurso interior ou exterior, considerando que só a análise de enunciações completas será capaz de mostrar a forte vinculação interno-externo, a realidade do plano interno, a consciência e as formas de pensamento. Bakhtin sugere uma metodologia para estudar estas vinculações através do estudo da natureza do discurso.

Estas aproximações são particularmente úteis em sala de aula em que as interações verbais entre indivíduos são frequentes. Segundo este autor, o primeiro passo é verificar as condições concretas em que se dá a interação, verificando a situacionalidade e o percurso seguido pela interação, procedendo-se de seguida ao exame das formas enunciativas, caracterizando-as segundo critérios de valor, funcionalidade e forma. Por fim, este autor sugere uma análise gramatical e fonética da língua, submetendo-a sempre aos princípios sociológicos da situacionalidade (GIORDAN, 2008, p. 64). No seu livro *Estética da Criação Verbal*, Bakhtin refere que:

A utilização da língua efetua-se em forma de enunciados (orais ou escritos), concretos e únicos, que emanam dos integrantes duma ou doutra esfera da atividade humana. O enunciado reflete as condições específicas e as finalidades de cada uma dessas esferas, não só por seu conteúdo (temático) e seu estilo verbal, ou seja, pela seleção operada nos recursos da língua – recursos lexicais,

fraseológicos e gramaticais –, mas também e sobretudo, por sua construção composicional. (BAKHTIN, 2003, p.280).

Estas formas enunciativas estão inseridas num contexto formado por ações, gestos, imagens e outros elementos concretos da situação. Portanto, numa sala de aula o recurso a ferramentas visuais ou representações imagéticas vai influenciar o fluxo destas formas enunciativas. As representações imagéticas vão participar da teia de relações com outros conceitos, e esta análise do discurso irá permitir interpretar como se constroem as generalizações a partir destes construtos.

Além da existência dos elementos concretos da situação que irão influenciar a forma e a funcionalidade do enunciado, Bakhtin destaca o auditório (audiência) para quem o enunciado destina, que vai determinar ideologicamente a formação enunciativa. Numa sala de aula, o auditório resume-se muitas vezes ao professor a quem o aluno endereça seus enunciados. O aluno ao elaborar seus enunciados, vai procurar colocar-se na esfera de comunicação e de atividades do seu interlocutor e, simultaneamente, determinar sua posição na hierarquia das relações sociais. Assim, para estudar os processos de interação verbal devem ser caracterizados o auditório e o posicionamento dos interlocutores, sem os quais não se pode discutir sobre as posições ideológicas subjacentes ao discurso interior. Bakhtin destaca outra característica importante do enunciado, que é o seu caráter responsivo. Nesta perspectiva, no momento de produção do enunciado o interlocutor e a resposta esperada estão já presentes. O sujeito que produz o enunciado procura colocar-se no horizonte conceitual do interlocutor para que este seja capaz de compreender o enunciado, conferir-lhe significado e estabelecer um diálogo.

No caso específico do uso de representações visuais nos enunciados produzidos quer por professores quer por alunos, torna-se claro, por esta perspectiva, que estas representações devem pertencer ao horizonte conceitual dos interlocutores para que haja a sua compreensão e se possa estabelecer o diálogo necessário para a elaboração de significados.

Neste ponto, torna-se igualmente importante destacar a necessidade de imprimir uma contiguidade a todas as formas de representação utilizadas na produção dos enunciados. Estas devem de alguma forma complementarem-se, entrar em consonância e nunca em contradição ou mesmo repetirem-se. Para cada representação visual deve ficar bem claro para o aluno qual o papel desempenhado por esta, qual a característica do ente químico que ela destaca e será na multiplicidade das formas de representação apresentadas aos alunos que estes serão capazes de efetuar a construção de significados.

Através desta perspectiva bakhtiniana de análise da enunciação é possível conceber esquemas analíticos para interpretar de que forma estas representações visuais contribuem para a elaboração de significados em sala de aula e simultaneamente ter “acesso” às formas internas de representação dos entes químicos que não são passíveis de registro direto, sendo possível que elas se revelem nas combinações sutis entre as formas externas de representação.

Como já foi referido anteriormente, encontramos com frequência na literatura estudos que declaram ter obtido melhores resultados na aprendizagem por parte dos alunos quando estes são expostos a situações de ensino onde são introduzidas representações visuais. A questão que se coloca é, então, como interpretar isto através desta perspectiva. A nossa suposição, após fazermos mais uma incursão nas contribuições bakhtinianas, é que o uso destas representações visuais em

situações de ensino/aprendizagem permita aos alunos a imersão em gêneros de discurso secundários mais complexos que os primários que, entretanto, foram assimilados e transformados. Segundo Bakhtin, é nos gêneros do discurso que encontraremos alguma estabilidade para encontrar os determinantes da aprendizagem, dado que estes são produzidos por grupos sociais organizados em torno de atividades definidas.

É exatamente neste último ponto, da execução de atividades por grupos sociais que ancoramos nas contribuições de James Wertsch para estudar estas ações mediadas por representações imagéticas na sala de aula. Dado que o uso destas ferramentas visuais se insere na realização de uma atividade por parte dos alunos, iremos utilizar os pressupostos da Teoria da Ação Mediada para continuar a nossa análise sobre o tema do trabalho.

3.3 Teoria da Ação Mediada de James Wertsch

Considerando o que se passa dentro da sala de aula, em que encontramos alunos engajados em atividades mediadas por ferramentas semióticas, tendemos a concordar com Wertsch na sua suposição de que a ação mediada será a unidade de análise mais adequada para estudar a dinâmica organizacional do funcionamento mental. Embora o significado da palavra continue a manter a sua centralidade no estudo do pensamento, Wertsch acrescenta-lhe fatores socioinstitucionais para construir um quadro teórico metodológico adequado ao estudo da mente.

No caso específico do uso de representações visuais como ferramentas mediacionais, acreditamos que seja de grande importância considerar estes contributos de Wertsch que, ao indicar como unidade de análise a ação mediada por diferentes ferramentas visuais, permite

verificar quais fatores funcionais da ferramenta gozam de prioridade para o aluno, ao empregá-la em determinada situação.

Neste ponto, também somos impulsionados a ver nesta perspectiva a importância relativa destas ferramentas, face à heterogeneidade de vozes contidas nos enunciados. Cada representação visual contida no enunciado vai dar forma e existência à consciência individual e vai emergir na voz com que o aluno vai dialogar com outras vozes (professor, colegas, etc.), ao caminhar no sentido da elaboração do significado.

Neste percurso dialógico, e tal como Bakhtin apresentou, acreditamos que as representações visuais contidas nos enunciados cumprem de um modo geral duas funções principais. A primeira será de transmissão de informação e a segunda será de produção de significados em consequência da possibilidade como já foi referido da interação entre camadas semióticas ou pela interação de vozes dentro do mesmo enunciado, ou seja, devido à função dialógica do enunciado.

Em relação à primeira função de transmissão de informação, acreditamos que, no caso específico da Química, o uso de representações visuais, dada a natureza dos conceitos envolvidos, se torne essencial. De um modo geral, as entidades que povoam esta ciência são tridimensionais, embora muitas vezes não se transmita ao aluno esta representação espacial. Sendo neste âmbito que o uso de representações visuais, enquanto uma das formas de representação do ente químico, confira uma certa noção de concretude à entidade, o que se tem mostrado necessário para engajar os alunos no processo de elaborar formas internas e externas de representação no plano submicroscópico.

Wertsch preocupa-se, em seus estudos, em fazer um “trânsito disciplinar” (GIORDAN, 2008, p. 90), com o objetivo de procurar noutras áreas do conhecimento princípios e conceitos para interpretar os processos mentais. Neste sentido, ele vai apoiar-se em Kenneth Burke, filósofo cujos estudos literários são considerados de grande relevância. Assim, Wertsch baseia-se em várias ideias de Burke para elaborar uma descrição de investigação sociocultural (WERTSCH, 1999, p. 32). A sua descrição de “dramaticidade” é de grande importância porque funciona como ponto de partida para tomar a *ação humana* como fenômeno básico de análise.

Wertsch apoia-se fortemente no pentagrama de Burke (Ato, Cena, Agente, Agência e Propósito), ferramenta usada por este autor para estudar o dramatismo. No entanto, devido à complexidade desta análise envolvendo os cinco elementos, Wertsch identifica o Agente e a Agência (ferramenta, instrumento) como os dois elementos deste pentagrama capazes de servir como unidade de análise do processo de elaboração de significados, como já foi anteriormente apresentado. Sendo neste ponto que os dois autores divergem um pouco nos seus pensamentos, pois Burke recorre a um rigor metodológico (usando os cinco elementos do pentagrama) que Wertsch pensa poder ser contornado. Segundo Wertsch, em *Mente como Ação*:

Neste livro, apresento uma forma de “viver no meio”. Este enfoque específico que adopto involucra a ação mediada como unidade de análise. Nos termos de Burke, isto implica uma versão da dialética entre o agente e o instrumento. Eu elegi centrar-me nesta “relação” proporcionada por estes dois elementos do pentagrama de Burke por uma razão específica: creio que grande parte daquilo que fazemos nas ciências humanas se concentra com demasiada frequência no agente isolado e que uma forma de romper isto pode ser o reconhecer do papel que desempenham

os “meios de mediação” ou “ferramentas culturais” (termos que emprego de maneira indistinta) na ação humana. (WERTSCH, 1999, p. 40).

Para Wertsch, é nesta tensão irreduzível entre agentes e ferramentas culturais que pode ser reconhecida a ação mediada. No seu livro, *Mente como Ação*, Wertsch descreve algumas das propriedades da ação mediada das quais abordaremos algumas que achamos pertinentes para o tema do nosso trabalho. Segundo Wertsch:

Neste caso, como em outros, reconhecer a tensão irreduzível entre o agente e os modos de mediação, não é conceitualizar a ação mediada como um todo indiferenciado, mas como um sistema caracterizado pela tensão dinâmica entre vários elementos. É importante não perder de vista os elementos do sistema, pelo menos por duas razões. Em primeiro lugar, muitas das estratégias analíticas para examinar a ação mediada são possíveis porque se podem isolar os seus elementos. [...] a segunda razão para se considerar os diversos elementos na ação mediada é que isto estimula o investigador a examinar as diversas “combinações” possíveis entre esses elementos. (WERTSCH, 1999, p.53).

Esta tensão entre ferramentas e agente é demonstrada por Wertsch através de dois exemplos, salto com vara e o uso de um algoritmo de multiplicação em que Wertsch destaca o uso destas duas ferramentas distintas para executar duas determinadas ações. Para Wertsch, quando se coloca a pergunta, quem resolveu o problema, a resposta mais adequada, seria, por exemplo: “Eu e a ferramenta cultural que utilizei” (WERTSCH, 1999, p.57). Do mesmo modo, podemos considerar que, quando os alunos em situação de ensino usam representações visuais, estes experimentarão a tensão com a ferramenta visual que lhes permitirá a elaboração de significados que, de outra forma, seria pouco provável que pudesse acontecer. Wertsch, tal como Vygotsky, considera que, apesar da linguagem ter um destaque especial no conjunto das

ferramentas semióticas, outras ferramentas como mapas, obras de arte, diagramas, técnicas mnemônicas também são consideradas sistemas semióticos.

Alguns destes signos têm uma materialidade evidente, já que são objetos físicos que se podem tocar, os “artefatos primários” por Wartofsky (1973) e de seguida por Cole (1996), citados por Wertsch. No entanto, em alguns casos esta materialidade não é tão evidente, mas Wertsch destaca que até na linguagem oral, esta materialidade está presente, embora momentaneamente, a não ser que se use algum dispositivo de gravação. Por isso, para este autor, a *materialidade* é uma propriedade de qualquer meio de mediação (WERTSCH, 1999, p. 59). Sem esta materialidade, nada haveria para atuar ou interagir, não poderiam surgir habilidades socioculturalmente situadas (ibidem, p. 60).

Continuando a enumerar algumas propriedades da ação mediada, Wertsch refere-se aos *múltiplos objetivos* da ação mediada e que se relacionam com o *propósito* do pentagrama de Burke. Para Wertsch, na maioria dos casos não se pode interpretar adequadamente a ação mediada se se der por certo que esta se organiza em torno a um objetivo único facilmente identificável. Pelo contrário, os objetivos podem ser múltiplos e, com frequência, estão em interação e, às vezes inclusive, em conflito (WERTSCH, 1999, p. 61).

Facilmente podemos observar estas duas propriedades nas representações visuais, quer elas sejam concretas, ou virtuais. Em ambos os casos, os alunos e professores em situação de ensino/aprendizagem podem atuar, interagir sobre estas ferramentas, desenvolver habilidades espaciais. Por consequência, podemos considerar que estas ferramentas possuem, tal como Wertsch descreve, múltiplos objetivos, tornando-se ferramentas muito importantes para trabalhar

na “zona de desenvolvimento proximal” de Vygotsky, que se pode definir como um estado de desenvolvimento em que uma criança consegue resolver problemas com a ajuda de outra pessoa, ou seja, as funções intelectuais não estão ainda maduras, mas estão em maturação (Vygotsky, 2009, p.327).

Em situação de sala de aula, ao introduzir adequadamente estas ferramentas, o professor conseguirá atingir múltiplos objetivos que vão desde os mais óbvios, que são o engajar o aluno no processo de elaboração de formas internas e externas de representação dos fenômenos submicroscópicos, como já foi referido, a incorporar nos alunos motivação e confiança no desenrolar das atividades de ensino de Química superando, um sentimento de fracasso e frustração que, muitas vezes, se sente nas salas de aulas de Química.

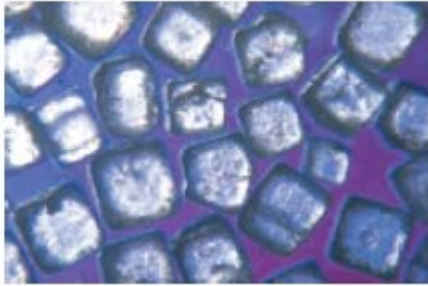
Outra propriedade que salientamos das contribuições de Wertsch e que podemos facilmente observar a partir do uso das ferramentas visuais, a transformação da ação mediada, com a introdução de novas ferramentas visuais. Como já foi referido anteriormente, com o avanço da computação têm emergido diversos tipos de ferramentas visuais que estão ao dispor dos professores na organização das atividades de ensino. Daqui resulta a possibilidade de se poder usar para a mesma atividade várias ferramentas visuais distintas (concretas, virtuais, interativas, etc.) que vão provocar uma mudança normalmente muito poderosa na dinâmica das interações. Citando Vygotsky, Wertsch declara que “ ao estar incluída no processo de conduta, a ferramenta psicológica (signo) altera todo o fluxo e estrutura das funções psíquicas.” A mudança na ferramenta psicológica determina um novo processo de elaboração de significado, tal como uma ferramenta técnica altera o processo de execução de uma determinada tarefa (WERTSCH, 1999, p. 77).

Também das contribuições de Wertsch nos apropriamos das duas formas de internalização (domínio e apropriação) das ferramentas culturais no decurso de atividades mediadas. Para Wertsch, o uso das ferramentas pode situar-se em dois planos distintos, o do domínio e o da apropriação. No nível do domínio ou “saber como usar um meio de mediação com facilidade (WERTSCH, 1999, p. 87), a função que se realizava no plano exterior não foi levada para o plano interior, permitindo apenas reduzir o problema a uma série de tarefas padrão reconhecidas, as quais nós podemos facilmente executar.

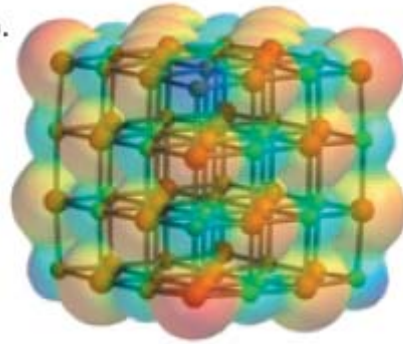
No caso concreto do uso de representações visuais, podemos exemplificar com situações em que o aluno usa determinada representação para a resolução de uma atividade concreta, proposta normalmente pelo professor, mas não é capaz de *apropriar-se* dela para uso noutro tipo de atividades não direcionadas pelo professor. Nestas situações, ouve-se, com frequência, a famosa frase “parece que o aluno não aprendeu nada na escola”. O que aconteceu é que ele não se apropriou da ferramenta, ele apenas aprendeu a usá-la eficazmente numa situação concreta (sala de aula), dentro de uma determinada esfera de comunicação, não tendo chegado a fazer parte do seu horizonte conceitual.

Esta situação é frequentemente verificada, sobretudo, em alunos do ensino médio. Por exemplo, ao mostrar estas duas imagens numa situação externa a uma aula de Química, provavelmente eles não serão capazes de as identificar, reconhecer as suas aplicabilidades e usá-las em enunciados noutra esfera de comunicação e atividade:

a.



b.



- a) Cloreto de sódio cristalino
- b) Rede cristalina do cloreto de sódio (BRUICE, 2003, p. 8)

Esta possibilidade de o aluno poder usar os meios mediacionais noutras esferas de comunicação e atividade está relacionada com a idéia de apropriação derivada dos estudos de Bakhtin (WERTSCH, 1999, p.92). Isto significa que a palavra (ou outro signo) pertence parcialmente ao outro e para o indivíduo tomá-la para si, para se apropriar dela, ele deve carregá-la com as suas próprias intenções, adaptá-la às suas intenções semânticas e expressivas, imprimindo-lhe seu próprio acento (GIORDAN, 2008, p.96).

Para Wertsch, esta “apropriação” da ferramenta não é “pacífica”. Segundo este autor, um aspeto da apropriação é a existência de resistência de alguma natureza, apesar dos esforços dos indivíduos para se apropriarem delas. A existência de resistência ou alguma forma de “frição” (WERTSCH, 1999, p.94) é uma regra e não uma exceção.

Segundo Wertsch, algumas formas de ação mediada são caracterizadas por domínio na utilização da ferramenta cultural sem existir apropriação, enquanto, noutros casos, níveis superiores de domínio se correlacionam de forma positiva com a apropriação. O primeiro cenário

parece-nos o mais próximo da realidade do ensino/aprendizagem de Química, no que diz respeito ao uso de representações visuais. Acreditamos que, com elevada frequência, o aluno não chega a apropriar-se da ferramenta visual, por isso quando é posto em contato com ela, noutra disciplina, noutro ano do curso, ou noutra esfera de comunicação mais afastada, ele não a reconhece, ele não interage com ela, ela simplesmente não vai mediar a ação em que está inserida.

Segundo Giordan, outra forma de verificarmos qual a forma de internalização presente na sala de aula é verificar o valor atribuído pelo sujeito a uma determinada ferramenta cultural (GIORDAN, 2008, p. 98). Nesta perspectiva, é importante considerar a diferença existente entre *valor de uso* e *valor de troca* (ibidem, p.98) da ferramenta nas ações mediadas, tendo por suposto o conjunto das relações sociais estabelecidas em sala de aula. Quando na negociação dos critérios de uso da ferramenta se considera apenas o valor de uso atribuído pelo professor, o aluno apenas poderá dominar a ferramenta, ou seja, o aluno não toma como “seu próprio” este valor de uso, ele não compartilha do valor de uso, mas apenas do valor de troca da ferramenta cultural. O aluno “compra” o propósito do professor com o valor de troca da ferramenta cultural.

Por outro lado, quando o aluno transfere o valor de uso da ferramenta para seu propósito na ação, de modo a negociá-lo com o propósito do professor, o aluno pode atingir o grau de apropriação da ferramenta e transportá-la para outras esferas de comunicação e atividade. Uma das ferramentas visuais que têm tido mais aderência nos últimos anos no campo de ensino de química, e em que porventura se observa esta transferência do valor de uso entre professor e aluno é a modelagem molecular (ex. de softwares: Hyperchem, Arguslab).

O uso desta ferramenta veiculada pelo computador veio modificar a dinâmica da sala de aula. Esta dinâmica altera-se muitas vezes sem o professor se dar muito bem conta; a informação era predominantemente apresentada nos modos escrito, oral e gestual, com a introdução pontual de gráficos, tabelas e modelos, cujo objetivo era, em geral, meramente ilustrativo dos textos e apresentações orais do professor. Com o uso frequente destas novas ferramentas, as imagens tornam-se o principal veículo da informação e, se o impacto na aprendizagem é maior, também o risco de se introduzir concepções erradas aumenta, caso a escolha seja inadequada, ou seja, se esta não estiver, de acordo com esta perspectiva, dentro do horizonte conceitual dos alunos. Estas diferentes formas de uso das representações visuais, levarão a desenvolvimentos distintos das funções mentais superiores, as funções dialógicas serão diferentes e, portanto, o processo de elaboração de significados será diferente.

Outra linha de pesquisa (que abordaremos mais à frente) tem-se dedicado a investigar qual o efeito, na aprendizagem, da combinação simultânea de meios de veiculação de representações visuais, escritas, sonoras, gráficas, etc., ou seja, quais as vantagens e desvantagens, por exemplo, do uso de animações e simulações, capazes de veicular variantes dos gêneros discursivos propostos por Bakhtin.

Este tipo de ferramentas culturais mais “complexas”, animações ou simulações constituem um tipo de narrativa que, para Wertsch, são de grande importância:

São momentos ou aspetos da narrativa que contribuem para a sua tendência básica de apresentar o “todo integrado” de que fala este autor. Mink (1978, p. 144), por sua vez, apresenta algo semelhante: “a função cognitiva da forma narrativa [...] não consiste só em relatar uma sucessão de acontecimentos, mas também em dar corpo a um conjunto de muitos tipos de inter-relações diferentes num todo único. (WERTSCH, 1999, p.132).

Estas narrativas cumprirão algumas das funções dialógicas propostas por Bakhtin, pois além das vozes presentes nestas narrativas, os alunos serão levados a iniciar diálogos com os seus pares quando em presença destes aplicativos. De acordo com Wells (1999), o ensino devia ser uma atividade colaborativa de práticas, em que através da participação assistida em atividades apropriadas, o aprendiz experimentará uma aprendizagem semiótica à medida que vai reconstruindo as ferramentas culturais para socializações criativas e responsáveis na sua comunidade. É aqui que entra a narrativa, como uma estratégia para iniciar, desenvolver e concluir uma sequência de ensino, a partir de um tema central e um conjunto articulado de conceitos (GIORDAN, 2008, p. 296).

As concepções apresentadas até ao momento parecem-nos muito pertinentes para ajudar os professores a compreenderem as diversas questões e perspectivas inerentes ao uso destas ferramentas em sala de aula. Nos próximos pontos deste trabalho apresentaremos estudos que trazem outros enfoques à utilização destas ferramentas em sala de aula, uns serão inovadores e até divergentes das concepções apresentadas, outros serão complementares e de certa forma estarão em sintonia com alguns dos pressupostos já mencionados.

3.4 Visualização e competências metavisuais

Como já foi referido anteriormente, o uso de representações visuais no ensino de Química decorre de uma evolução histórica da própria Química enquanto ciência a partir de meados do século XIX. O uso destas representações é diverso e podemos dizer que as encontramos em processos de comunicação, de previsão das propriedades dos diferentes entes da Química

(átomos, moléculas, complexos, enzimas, etc.) e em explicações dedicadas à criação de ontologias em várias áreas de pesquisa e, por consequência, no ensino de Química. Conhecer e entender as diferentes formas de representação em Química tem sido uma das vertentes do ensino de Química. Com a contribuição de Jonhstone (1993), muitos autores aderiram a uma nova forma de encarar a Química como uma ciência que se pode dividir em *três componentes básicos*, a macroquímica (tangível e visível), a microquímica (molecular, atômico e cinético) e a química representacional (símbolos, equações, estereoquímica, etc.).

Para muitos pesquisadores da área, um dos grandes desafios do ensino de química seria fazer com que os alunos transitassem entre estes três componentes do chamado *triângulo de Jonhstone*, e assim, assistimos nas últimas décadas a uma intensa pesquisa nas áreas da cognição e da computação com o objetivo de desenvolver as melhores ferramentas visuais, sejam elas artefatos materiais ou programas computacionais, e as melhores práticas pedagógicas, que permitam conjuntamente com estas ferramentas uma aprendizagem significativa por parte dos alunos. Para muitos autores, estas representações são consideradas poderosas ferramentas cognitivas que levarão os alunos a transitarem melhor entre estes componentes do triângulo (GILBERT, 2007; WU, KRAJCIK, SOLOWAY, 2001), considerando igualmente que, para que os alunos consigam usar corretamente estas ferramentas visuais, estes devem desenvolver habilidades espaciais (BARNEA, 2000; GILBERT, 2007), competências metavisuais (GILBERT, 2007) e competências representacionais (KOZMA; RUSSELL, 2007a), no sentido de os alunos poderem utilizar as visualizações para refletirem, comunicarem e atuarem sobre fenômenos químicos.

Segundo Gilbert, Reiner e Nakhleh (2008), encontramos na literatura duas convenções diferentes para o uso do termo Visualização:

- 1ª Convenção: o termo visualização é usado como “verbo”, visualizar algo, atuar mentalmente sobre uma representação visual, ou seja, atribuir significado. Nestes trabalhos, discutem-se questões relacionadas com a forma como as representações visuais (internas e externas) se transformam em conhecimento, quais serão os processos mentais envolvidos na atribuição de significado a uma representação visual (BARNEA, 2000; GRECA, 2007; GILBERT, 2007; RAPP, 2007; RAPP e KURBY, 2008; BRIGGS e BODNER, 2007; REINER, 2008).
- 2ª Convenção: o termo visualização é usado como “nome”, algo que foi colocado à disposição de um público que pode ser na forma de um objeto material ou virtual. Exemplos de alguns trabalhos: (McGREW, 1972; ROBERTS; TRAYNHAM, 1976; CHAPMAN, 1978; GOODSTEIN; HOWE, 1978; YAMANA, 1989). Estes primeiros, como já foi referido, davam-nos instruções para a construção e uso de kits de modelos concretos de moléculas e avaliavam a utilidade destas ferramentas. Posteriormente aparecem outros trabalhos (BARNEA, 1997; WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001; FERK et al., 2003; SANTOS; GRECA, 2005; TASKER; DALTON, 2006; SAVEC; VRTACNIK; GILBERT, 2007; KOZMA; RUSSELL, 2007b; ARROIO; HONÓRIO, 2008), em que, se analisa o impacto das representações virtuais, ou o uso combinado de vários tipos de ferramentas visuais na aprendizagem.

No entanto, existem trabalhos que atravessam estas duas convenções: Kozma e Russell (2007a), Wu e Shah (2004), Schnotz e Kürschner (2008), que tentam examinar o papel da cognição *visuoespacial* na aprendizagem de química, ou o papel das representações internas e externas na aquisição e uso do conhecimento, desenvolvimento de competências representacionais, de que falaremos mais tarde.

Através da pesquisa bibliográfica efetuada verificamos que vários autores (BARNEA, 2000; GILBERT, 2007; FERK et al., 2003) salientam a importância de se desenvolver sistematicamente nos alunos habilidades de visualização, literacia visual ou as ainda designadas “capacidades metavisuais”. Para Barnea (2000), os professores devem certificar-se de que os alunos possuem as seguintes capacidades ou habilidades de visualização: a) visualização espacial; b) orientação espacial; c) relações espaciais, que lhes permitam decodificarem corretamente o conjunto de informações contidas nas visualizações. Segundo este autor, a visualização espacial será a capacidade de entender objetos 3D a partir de representações 2D e vice-versa; a orientação espacial relaciona-se com a capacidade de imaginar como será a representação 3D de um objeto que sofreu uma rotação; e as relações espaciais serão a capacidade de imaginar os efeitos das operações de reflexão e de inversão sobre a representação de um objeto.

Gilbert (2007) associou a estas capacidades de visualização de Barnea (2000), a noção de que para os alunos conseguirem atribuir significado a uma visualização eles deverão igualmente:

- conhecer os códigos e as convenções associadas a cada representação;

- conhecer o alcance e as limitações de cada representação, isto é, que aspetos uma dada representação pode, ou não, representar.

Este conjunto de capacidades a que ele chamou de “metavisuais”, será imprescindível no ato de transitar entre os vários modos de representação (concreto, verbal, simbólico, visual e gestual) e, especialmente no modo visual, em que se empregam com frequência, gráficos, diagramas, animações, representações 2D e 3D. Gilbert defende a idéia de existência de metacognição em relação à visualização, dado que, em primeiro lugar, a existência de moderna tecnologia produziu importantes imagens, que não se conseguem compreender facilmente separadamente por um indivíduo, ainda assim, há pessoas que conseguem navegar através destas dificuldades. Segundo, dada esta enorme quantidade de imagens, não há como uma pessoa ser capaz de saber quais serão as importantes no futuro, não podemos aprender somente a interpretar algumas, então em vários aspectos da cognição teremos de atingir um metaestado (metacognição), a que ele chama em relação à visualização de *metavisualização*, de uma forma mais simples ter pensamentos acerca dos nossos próprios pensamentos relacionados às representações visuais. Para este autor, estas capacidades metavisuais também permitirão o trânsito entre os *três níveis* (macroquímica, microquímica e simbólico) de representação da Química (JOHNSTONE, 1993; GABEL, 1999; TREAGUST; CHITTLEBOROUGH, 2001) e o seu desenvolvimento passaria por alterações nos currículos escolares de modo a introduzir disciplinas/atividades específicas para desenvolver estas capacidades desde a infância, a uma boa prática geral no uso de representações quer por professores, quer por autores de livros.

Estas boas práticas envolvem (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.

Em relação ao desenvolvimento de capacidades de visualização especificamente na área na Química, Tuckey e Selvaratnam (1993) identificaram três abordagens, usando respectivamente:

- Estereodiagramas, que consistem num par de desenhos ou fotos, um deles mostrando aquilo que iria aparecer no olho direito e, outro, o que iria aparecer no olho esquerdo. Ao juntar estas duas fotos ou desenhos num aparelho específico, cria-se a ilusão de uma imagem 3D;

- Ensinar dicas, todos os diagramas contêm dicas (pistas) específicas para, por exemplo, indicar a distorção dos ângulos de ligação, mostrar a sobreposição de entidades, etc.;
- Ensinar sistematicamente a rotação e a reflexão através do uso de uma série de diagramas.

Ainda neste ponto encontramos um estudo (FERK et al., 2003) que aponta para o desenvolvimento da *literacia visual*, como a “quinta literacia”, complementando a literacia básica, a literacia digital, a literacia tecnológica e a literacia de informação (ROBLYER; BENNET, 2001). Segundo Christopherson (1997), uma pessoa literada visualmente tem as seguintes competências:

- Interpretar, compreender e apreciar o significado das mensagens visuais;
- Comunicar mais eficazmente através da aplicação dos princípios e conceitos básicos do design visual;
- Produzir mensagens visuais usando o computador e outras tecnologias;
- Usar o pensamento visual para encontrar soluções para os problemas.

Neste estudo (FERK et al., 2003) procurou-se determinar quais os significados atribuídos pelos alunos a diferentes tipos de representações moleculares usados no ensino de Química. Segundo os autores, a apreciação de diferentes estruturas moleculares 3D difere de acordo com o tipo de representação usada. Os melhores resultados foram encontrados com modelos concretos ou pseudoconcretos. Estes autores também encontraram uma correlação estatística entre os resultados obtidos nos testes, o nível educacional dos alunos, as habilidades de visualização e de

relação espacial. Sendo assim, referem (apesar de ser necessária mais pesquisa) que alunos de todos os níveis educacionais necessitam de tarefas práticas de forma a desenvolver as habilidades de manipulação de objetos 3D com diferentes representações de estrutura molecular. Estas tarefas devem incluir diferentes combinações de processos mentais apresentadas por diferentes representações de estrutura molecular. Também referem que deve ser dada ênfase à utilização de modelos concretos nos anos iniciais da escola e, nos anos mais avançados, deve ser dada mais ênfase a representações mais abstratas das estruturas, nunca negligenciando o uso de estruturas 3D.

A opinião dos pesquisadores acerca do desenvolvimento destas habilidades espaciais não é muito consensual. Segundo estes estudos existem pesquisadores que sugerem que estas habilidades não podem ser ensinadas nem desenvolvidas, serão capacidades inatas. No entanto, para outros autores, estas habilidades podem ser desenvolvidas com aulas cuidadosamente planejadas recorrendo a modelos, estereodiagramas etc.

3.5 Modelos, modelos mentais e visualizações internas

Em Ciências, um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou idéia que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização, fundamentar a elaboração e teste de novas idéias, possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000; JUSTI; GILBERT, 2002). A importância de modelos em Ciências é amplamente reconhecida entre os cientistas e filósofos da ciência (veja, por exemplo, MAGNANI; NERSESSIAN; THAGARD, 1999; MORGAN; MORRISON, 1999).

Todos eles reconhecem que é através do processo dinâmico de elaboração e reformulação de modelos que o conhecimento científico é desenvolvido, apresentado e validado pela comunidade de cientistas.

Nesta perspectiva, modelos e os processos de criação e teste de modelos desempenham um papel central e fundamental no ensino de Ciências (DUIT; TREAGUST, 2003). Isso porque, para aprender ciências, os alunos devem conhecer e entender os principais modelos científicos relativos aos tópicos que estão estudando, assim como a abrangência e as limitações dos mesmos; ao aprender, os alunos devem desenvolver uma visão adequada sobre a natureza de modelos e serem capazes de avaliar o papel de modelos científicos específicos no desenvolvimento do conhecimento científico. No caso da Química, como já foi referido, a compreensão das estruturas e dos processos (situados no nível submicroscópico) é essencial, tornando-se, por isso, um campo ideal para o uso e desenvolvimento de representações e analogias deste mundo inacessível aos nossos olhos.

Segundo Gilbert (2007), os modelos podem alcançar uma larga diversidade de “status” epistemológico, desde:

- Os modelos mentais (representação privada e pessoal formada por uma pessoa, individualmente ou em grupo);
- Modelos expressos (versão do modelo mental colocada no domínio público para, por exemplo, facilitar a comunicação);

- Modelos consensuais (modelo acordado por um pequeno grupo social, para um determinado fim, por exemplo, sala de aula);
- Modelos científicos (modelo produzido, aceito e validado por um grupo social de cientistas de uma determinada área, ex. modelo de DNA de Watson-Crick);
- Modelos históricos (modelo científico substituído, embora ainda seja usado para determinados propósitos, por ex. o modelo atômico de Bohr);
- Modelos curriculares (versões simplificadas de modelos históricos ou científicos para uso escolar);
- Modelos escolares (modelos criados para dar suporte aos modelos curriculares, por ex. o sistema solar como analogia para o modelo atômico).

Mas sem dúvida que a definição mais polêmica é a de modelo mental, também designada nalguns estudos de visualização interna ou representação interna. Pela sua natureza, um modelo mental é inacessível aos outros e por isso na literatura, embora o seu uso seja generalizado, não há uma definição geral ou única do que possa ser entendido por modelo mental e as que encontramos são por vezes vagas e apresentam uma diversidade de sentidos. Dado que o objetivo deste trabalho não é fazer uma análise exaustiva ou uma interpretação elaborada destas definições, apresentamos aqui algumas visões sobre este conceito que consideramos mais representativas deste tema e que ajudarão os professores a fazer uma pequena incursão neste tema da Ciência Cognitiva.

Uma definição minimalista de conhecimento poderia ser dada da seguinte forma: conhecer é ter uma representação de algo. Avançando um pouco nesta definição, poder-se-á dizer

que é também poder manipular essa representação, com o objectivo de obter informação. Torna-se, portanto, necessário aprofundar a noção de representação. Os psicólogos da cognição defendem dois grandes tipos de representação: as representações proposicionais e as imagéticas. Segundo estes, as representações proposicionais constituem uma grande parte das representações dos seres humanos, e dos conhecimentos que através delas se obtêm. As representações imagéticas são caracterizadas através de uma relação analógica com a percepção. A questão imagens/proposições é polêmica na Psicologia Cognitiva. Há defensores ferrenhos de ambas posições.

Johnson-Laird (1983) apresenta uma teoria em que aparecem três tipos de representações mentais:

- a) representações proposicionais, que são cadeias de símbolos (representações de significados totalmente abstraídas) relacionados por uma determinada sintaxe, verbalmente expressáveis;
- b) modelos mentais, que são análogos estruturais de objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo - e aí nos vêm imagens - e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objecto ou evento;
- c) imagens, que são representações bastante específicas que retêm muitos aspectos perceptivos de determinados objetos ou situações vistas de um ângulo particular (STERNBERG, 1996).

De acordo com Greca (2007, p. 394) podemos, então, afirmar que:

[..] um modelo mental é uma representação interna que atua como um análogo estrutural de situações ou processos. Sua função é a de dar conta do raciocínio dos indivíduos tanto quando tentam compreender o discurso como quando procuram explicar ou prever o comportamento do mundo físico.

Ainda segundo esta pesquisadora, podemos entendê-los como “simuladores”, ou seja, dada uma situação, o sujeito cria na sua mente uma simulação da situação em si (o modelo mental), faz “rodar” essa simulação e obtém as respostas sobre o que estaria acontecendo numa situação real ou imaginária. Estas estruturas cognitivas existirão na memória de trabalho e caracterizam-se por serem estruturas dinâmicas, incompletas, constantemente atualizadas ou modificadas.

Outros autores (GENTER; GENTER, 1983; VOSNIADOU, 1994) concebem a existência deste tipo de estruturas na memória de longo prazo. Em trabalhos mais recentes (GILBERT, 2007; RAPP, 2007; RAPP; KURBY, 2008; BRIGGS; BODNER, 2007), encontramos pesquisas que tentam relacionar o uso de visualizações com a construção de modelos mentais e a sua influência no ensino/aprendizagem de Química. De uma forma geral, estes autores sugerem que, sem a construção destes modelos mentais a aprendizagem em Química se torna muito difícil. Rapp (2007), discute a construção de modelos mentais relacionada diretamente ao uso (e potencial) de visualizações como uma metodologia educacional. Este autor apresenta os modelos mentais como representações abstratas que armazenam características, físicas, espaciais e conceituais de experiências, usadas para recuperar informação na resolução de problemas, gerar inferências e decisões.

Em outro trabalho, Rapp e Kurby (2008), procura-se estabelecer uma conexão entre representações internas e externas e relacionar estes estudos com situações educacionais. Como

planejar experiências de visualização efetivas, que auxiliem os alunos a internalizar essas visualizações e a atingirem a aprendizagem? Para estes autores, a solução pode ser:

Por desenhar ‘visualizações’ de uma forma que se alinhem com a natureza da memória, será possível ajudar mais eficazmente os alunos a compreenderem estes conceitos desafiadores. Em adição ao tentar encontrar novas formas para os alunos aprenderem conceitos complexos, as ‘visualizações’ auxiliarão os alunos a lidarem com resoluções de problemas não familiares, mas potencialmente relacionados. (RAPP; KURBY, 2008, p. 48).

Nesta linha de estudos, também encontramos dois autores (BRIGGS; BODNER, 2007) que apontam, de novo, para a construção de um modelo mental. Nas suas pesquisas qualitativas, enquanto os participantes trabalhavam nas respectivas tarefas, estes eram encorajados a verbalizar o que estavam a pensar no momento. Estes autores concluíram que enquanto os participantes estavam a trabalhar numa tarefa de visualização/rotação mental de uma molécula, eles invocavam componentes de um modelo mental. Estes pesquisadores identificaram quatro componentes estáticos: referentes (objetos físicos, designações de objetos e representações mentais), relações (relações espaciais entre os referentes), resultados (produto de uma operação sobre um referente) e regras/sintaxe (sistema de regras e métodos com o objetivo de ordenar uma representação mental, conferir-lhe sentido), e um quinto componente, dinâmico: operação (processo de transformação de uma forma de representação para outra). Eles referem igualmente que os participantes usaram os modelos mentais construídos como ferramentas mentais para completarem as tarefas. A partir destes resultados estes autores mencionam que:

Visualizações impróprias podem causar representações distorcidas e levar a resultados incorretos. Esta é uma importante lição para os professores. Nós devemos ser muito cuidadosos com a forma e a precisão como apoiamos os nossos alunos quando estes constroem os seus modelos mentais num domínio de conceitos. Um modelo mental distorcido pode ter um impacto no raciocínio muito para além do que alguém pode imaginar. (BRIGGS; BODNER, 2007, p.70).

Estas são algumas das ideias chave que encontramos na literatura. Vários outros autores apresentam estudos nesta linha de pesquisa fornecendo conhecimentos para a compreensão do processo de visualização e para planejar ambientes de aprendizagem adaptados ao comportamento e aos processos cerebrais.

3.6 Visualização como ferramenta visual

De acordo com o mencionado anteriormente, outra linha de pesquisa utiliza o termo visualização como um ‘nome’, algo que foi colocado à disposição de um público quer na forma de um objeto material, visual, verbal ou simbólica. Aqui encontramos diversos estudos (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001; FERK et al., 2003; SANTOS; GRECA, 2005; TASKER; DALTON, 2006; SAVEC; VRTACNIK; GILBERT, 2007; KOZMA; RUSSELL, 2007b; ARROIO; HONÓRIO, 2008) que ao usarem outra abordagem tentam avaliar o uso e o impacto de diferentes tipos de visualizações no ensino de Química. Uma grande parte destes estudos são quantitativos, em que através de testes específicos (pré-testes, pós-testes e de retenção) se tenta avaliar a aprendizagem dos alunos e indiretamente a eficácia da visualização usada. No entanto, começamos a verificar que nalguns estudos é introduzida uma componente qualitativa. O objetivo desta introdução é obter informação importante acerca de como os alunos desenvolvem a compreensão dos conceitos químicos enquanto usam as visualizações como ferramentas de auxílio na aprendizagem.

Uma grande parte das visualizações testadas são softwares com imagens virtuais 2D e 3D e, nalguns casos, animações e simulações, ou a combinação de vários tipos de representações (ex. modelos tridimensionais concretos com modelos virtuais).

Apresentamos aqui algumas das conclusões mais interessantes destes trabalhos:

- O uso de ferramentas visuais permite desenvolver um melhor conhecimento conceitual e visual em química;
- Os alunos preferem as representações concretas e virtuais 3D a outro tipo de representações;
- Recomenda-se o uso de representações visuais diversificadas na sala de aula;
- O uso de ferramentas visuais favorece a construção de *modelos mentais* adequados;
- O uso de ferramentas visuais favorece a transição entre as três dimensões da química (JOHNSTONE, 1993): macroscópica, submicroscópica e simbólica.

De acordo com o que referimos anteriormente, existem trabalhos que de, certa forma, focam estas duas linhas de pesquisa, ou seja, estes dois sentidos (verbo e nome) atribuídos ao termo visualização: Kozma e Russell (2007a), Wu e Shah (2004), Schnotz e Kürschner (2008).

Em Kozma e Russell (2007a) nos é apresentado um estudo sobre a necessidade de desenvolvermos uma série de competências representacionais nos nossos alunos. Este termo está relacionado com um conjunto de capacidades e práticas que são necessárias para uma pessoa construir e usar uma variedade de representações ou visualizações externas, para pensar, comunicar-se com os seus pares, etc. Estes autores admitem que a aquisição destas competências segue uma trajetória de desenvolvimento, não de acordo com a progressão Piagetiana, mas de acordo com as noções socioculturais para o desenvolvimento de Vygotsky, já apresentadas, em

que as interações com os recursos materiais e sociais do ambiente levarão ao desenvolvimento pessoal.

Estes autores apresentam cinco níveis de competência representacional que descreveremos muito sumariamente:

- Nível 1: Representação como descrição (o indivíduo produz representações baseadas apenas nas características físicas);
- Nível 2: Primeiras habilidades simbólicas (o indivíduo produz representações baseadas nas características físicas, mas já introduz alguns elementos simbólicos, como, por ex., setas);
- Nível 3: Uso sintático de representações formais (o indivíduo produz representações baseadas quer nas características físicas observáveis, quer em não observáveis, entidades ou processos subjacentes);
- Nível 4: Uso semântico de representações formais (o indivíduo produz representações usando sistema formal de símbolos representando quer as características físicas observáveis, quer as não observáveis, entidades ou processos subjacentes);
- Nível 5: Uso refletido e retórico de representações (o indivíduo produz uma ou mais representações para explicar as relações entre as características físicas e as entidades ou processos subjacentes).

Para estes autores, a modelagem molecular, as simulações e as animações são ferramentas que podem dar suporte aos objetivos tradicionais da aprendizagem conceitual em Química e aos novos objetivos relacionados com práticas investigativas sobre “ tornar os estudantes químicos” .

Também referem que é necessária mais pesquisa para avaliar o impacto do uso de visualizações na aprendizagem. Desta forma, estes autores apresentam outro estudo (KOZMA; RUSSELL, 2007b) usando cinco projetos multimídia de visualização com diferentes abordagens. Eles concluíram que os cinco projetos aumentaram a aprendizagem de conceitos químicos e o desenvolvimento de habilidades científicas de investigação. Neste trabalho, os autores deixam algumas recomendações para o uso de atividades instrucionais (educacionais) baseadas em visualização, das quais destacamos:

- Não há estudos cuidadosamente planejados que nos possam dizer quando é melhor usar animações ou imagens estáticas, ou se os modelos moleculares dinâmicos são melhores que os modelos de bola e bastão;
- Não há dados acerca da precisão como estes meios devem ser usados em conjunto e quando é melhor fazer isso;
- Nesta fase, todos os aspetos práticos são deixados ao julgamento dos professores e dos designers educacionais.

Wu e Shah (2004) apresentam-nos um interessante trabalho que refere que habilidades visuoespaciais e capacidades gerais de raciocínio são relevantes para a aprendizagem em Química. Eles concluem, igualmente, que alguns dos erros conceituais dos alunos são devidos a dificuldades em operar nas representações *visuoespaciais* internas e externas e que algumas ferramentas de visualização serão eficazes no auxílio aos alunos. Este estudo apresenta, também, cinco princípios para planejar ferramentas de visualização em Química:

- 1) Providenciar múltiplas representações e descrições;
- 2) Tornar as conexões visíveis;
- 3) Apresentar a natureza dinâmica e interativa da Química;
- 4) Promover as transformações entre 2D e 3D e vice-versa;
- 5) Reduzir a carga cognitiva tornando a informação explícita e integrar informação para os alunos.

Com estes cinco princípios, os autores esperam podermos ajudar melhor os alunos a compreenderem os conceitos químicos.

Schnotz e Kürschner (2008) apresentam-nos um trabalho também nesta linha de pesquisa, em que os autores investigam se diferentes formatos de informação visual resultam na construção de diferentes modelos mentais e se diferentes modelos mentais levam a diferentes padrões de desempenho na realização de tarefas e, ainda, como estes efeitos das visualizações podem ser modificados por representações externas extras fornecidas durante a realização das tarefas. Os resultados deste estudo revelam que o formato (forma) da visualização afeta a estrutura do modelo mental. Da mesma forma, diferentes estruturas de modelo mental resultam em diferentes padrões de desempenho, quando indivíduos são colocados a resolver tarefas baseadas apenas nas suas representações mentais construídas em aprendizagens prévias. No entanto, estes efeitos decrescem, quando representações externas extras são colocadas ao dispor dos aprendizes durante a realização das atividades.

Estes autores discutem estes resultados usando como referência a aprendizagem com múltiplas representações, referem que estes resultados são consistentes com outras pesquisas da

área e acrescentam que seus resultados lhes permitem sugerir adotar uma visão teórica que vai para além dos recentes trabalhos em aprendizagem por multimídia. Estes autores referem que, em trabalhos anteriores, é proposto que um aluno aprende melhor através de texto com imagens, do que só com texto, quer em termos de compreensão, quer em termos de retenção. Ao reverem a teoria cognitiva de aprendizagem por multimídia (MAYER, 2001), sugerem que este autor combinou o conceito de codificação dual de Paivio (1986) com o conceito de modelo mental de Genter e Stevens (1983) e de Johnson-Laird (1996) e estabeleceram as condições do chamado efeito multimídia (cf. MAYER e MORENO, 2002). Schnotz e Kürschner (2008) mencionam que este estudo de Mayer e Moreno (2002) não leva em consideração que um assunto pode ser visualizado em diferentes formatos e que a forma de visualização escolhida pode afetar a construção do modelo mental. Contrariamente aos modelos previamente existentes sobre aprendizagem por multimídia, estes autores apresentam a *'teoria integrada de compreensão de texto e imagem'* proposta por Schnotz e Bannert (2003); (cf. SCHNOTZ, 2005) que fornece um enquadramento para a análise destas influências.

A compreensão das imagens é considerada um processo analógico de mapeamento de estrutura entre a imagem (figura) e o modelo mental do aprendiz. Dependendo de quais elementos e relações são os mais salientes na imagem, o correspondente modelo mental também irá provavelmente incluir os correspondentes elementos e relações. Em vez de assumir um efeito multimídia geral, o modelo não prediz se adicionar imagens ao texto é geralmente benéfico para a aprendizagem. Ele prediz que as imagens podem também exercer um efeito negativo na aprendizagem, segundo determinadas condições, as imagens também podem ter um efeito negativo, nomeadamente se o formato da visualização interfere com a estrutura do modelo mental que o aprendiz supostamente deve construir. Por outras palavras: imagens facilitam a aprendizagem se o assunto é visualizado numa tarefa de forma apropriada. (SCHNOTZ; KÜRSCHNER, 2008, p.188).

Para estes autores, seus resultados (o formato (forma) da visualização afeta a estrutura do modelo mental, da mesma forma, diferentes estruturas de modelo mental resultam em diferentes padrões de desempenho) dão suporte a esta teoria uma vez que os aprendizes parecem construir para o mesmo conteúdo de aprendizagem, diferentes modelos mentais, dependendo do tipo de visualização apresentada. Da mesma forma, mostram diferentes padrões de desempenho, dependendo igualmente do tipo de visualização a que foram expostos anteriormente. Mencionam ainda que a diferença de padrões de desempenho se acentua quando os estudantes têm de desenvolver tarefas baseados apenas nos seus modelos mentais internos e se adicionarmos visualizações externas durante a resolução das tarefas estes efeitos se atenuam. Acrescentam também que a forma específica como as representações externas influenciam as representações internas não está clarificada mas que, de um ponto de vista prático, devemos ser cuidadosos na escolha do formato da visualização, porque para estes pesquisadores não há qualquer dúvida de que esta vai influenciar a construção da estrutura interna do modelo mental.

3.7 Teoria da codificação dual e Teoria Cognitiva de Aprendizagem por Multimídia

Ao finalizar a apresentação dos referenciais teóricos que consideramos mais pertinentes para o nosso trabalho não podíamos deixar de fazer uma pequena referência à Teoria da Codificação Dual de Allan Paivio (PAIVIO, 1986) que deu fundamentação, como apresentamos no ponto anterior, aos estudos de Mayer e seus colaboradores no estabelecimento das condições do chamado efeito multimídia.

A Teoria da Codificação Dual, desenvolvida por Allan Paivio, propõe a existência de dois sistemas cognitivos, um especializado na representação e processamento da linguagem não verbal tal como objetos, imagens e eventos, que se designa por informação visual, e outro especializado na representação e processamento da linguagem verbal, que se designa por informação verbal e que inclui palavras ou textos impressos ou falados.

Os efeitos multimídia estão particularmente presentes em três dos tipos de visualização que ganham mais terreno em sala de aula: a reprodução do fenômeno filmado (quando possível), a animação obtida pela seqüência de ilustrações e a simulação por meio de uma combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno.

Baseando-se na teoria da Codificação Dual Paivio (PAIVIO, 1986), Mayer e Moreno apresentaram algumas conclusões, dentre as quais se destaca a recomendação para usar canais sonoros para a expressão verbal, concomitantemente à veiculação da animação, pois nesse arranjo, os recursos de memória de trabalho são menos exigidos quando comparados à representação verbal escrita (MAYER; MORENO, 1998).

Esta teoria (aprendizagem por multimídia) estabelece que a transmissão de informações aconteça de maneira mais efetiva quando são usados os canais verbal e visual. Uma determinada idéia (ou conceito) pode ser percebida através de diversas nuances que definem as suas características. O canal visual pode ser mais conveniente para transmitir certas nuances, enquanto o canal verbal pode ser mais adequado para transmitir outras nuances.

Enquanto, Paivio demonstrou a utilidade da sua visão para situações educacionais, pesquisas recentes em aprendizagem por multimídia, como a anteriormente apresentada (SCHNOTZ; KÜRSCHNER, 2008), sugerem que representações múltiplas podem ser ineficazes. A *qualidade* da apresentação é mais importante do que a *quantidade* da apresentação. De fato, Kalyuga, Chandler e Sweller (1999) referem que fontes múltiplas de informação contendo a mesma idéia em diferentes formatos podem levar a interferências e à confusão. Este trabalho sugere que a eficácia de uma apresentação multimídia é função do grau com que os vários meios (modos) de apresentação se alinham ou complementam. Mayer e Moreno (1998) recomendam o uso de canais sonoros para a expressão verbal, concomitantemente com a informação visual, pois nesse arranjo os recursos de memória de trabalho são menos exigidos quando comparados à representação verbal escrita.

3.8 Teoria da Carga Cognitiva

A Teoria da Carga Cognitiva de John Sweller (2003), baseia-se no fato de o sistema cognitivo humano somente conseguir processar um número limitado de informações (5 a 9 elementos de cada vez (MILLER, 1956)), uma vez excedidos esses limites, o raciocínio e a aprendizagem ficam abaixo do desempenho esperado. Segundo este autor, deve-se levar em conta, na elaboração de qualquer material de ensino, os três principais tipos de carga cognitiva: carga cognitiva intrínseca (imposta pela complexidade do conteúdo de ensino); carga cognitiva natural (relevante) (imposta pelas atividades de ensino) e carga cognitiva externa (irrelevante) (externa ao conteúdo), carga esta, que desperdiça recursos mentais limitados que poderiam ser usados para auxiliar a carga natural.

Este psicólogo australiano, apresenta nesta teoria um conjunto universal de princípios, que resultam num ambiente de aprendizagem eficiente e conseqüentemente promovem um aumento na capacidade do processo da cognição humana. Estes princípios têm como objetivo tornar a interação humana com a tecnologia mais alinhada ao processo cognitivo.

3.9 Michel Foucault e a análise do discurso

A análise *final* dos *discursos* elaborados pelos professores em sala de aula, nos questionários e nas entrevistas será baseada nas contribuições de Michel Foucault para a análise de discursos. Adotaremos a definição de discurso como um conjunto de enunciados que se apoiem na mesma formação discursiva (FOUCAULT, 2000, p. 132). Segundo este autor, os discursos devem ser analisados segundo uma perspectiva histórica, como uma prática social, produzidos em razão de relações de poder. Michel Foucault, nos três volumes de sua *História da Sexualidade*, atribui grande importância ao mútuo condicionamento entre as práticas discursivas e as práticas não discursivas, o que nós consideramos muito relevante para a temática da pesquisa deste trabalho (FISCHER, 2001).

De acordo com o referido no ponto 2.2, a sala de aula deve ser um lugar onde existem atividades organizadas para ensinar ciências com uma disposição temporal coerente, destacando-se a necessidade de o professor ser capaz de conceber uma narrativa sequencial com várias atividades e com várias ferramentas, mas mantendo sempre um alto grau de referenciabilidade entre esses meios. Por conseguinte, analisar o discurso dos professores sobre o uso de visualizações implica necessariamente falar na relação com as práticas não-discursivas

subjacentes ao uso das visualizações (seleção do tipo de visualização, movimentação de objetos concretos, manipulação de objetos virtuais num software informático, etc.).

Nesta análise teremos de ter em conta como se instaurou o discurso do professor, quais as suas condições de emergência ou de produção e, portanto, quais os domínios não discursivos a que os enunciados remetem.

Ao adotar este referencial teórico e metodológico para analisar os discursos dos professores sobre o uso de visualizações no ensino de Química, como um número limitado de enunciados, tentaremos definir as suas condições de existência, partindo do pressuposto deste filósofo que o enunciado se encontra na transversalidade de frases, proposições e atos de linguagem; trata-se de “uma função que cruza um domínio de estruturas e de unidades possíveis e que faz com que [estas] apareçam, com conteúdos concretos, no tempo e no espaço” (FOUCAULT, 2000, p. 98).

A análise dos discursos dos professores em formação inicial será efetuada então pela análise dos seus enunciados. Para Foucault um enunciado pode caracterizar-se por quatro elementos básicos: um referente, a referência a algo que identificamos (ou seja, um princípio de diferenciação), um sujeito, alguém que afirmou aquilo (no sentido de “posição” a ser ocupada), um campo associado (o enunciado não existe isolado, mas sempre em associação com outros enunciados, do mesmo discurso ou de outros discursos) e finalmente de uma materialidade específica, as formas concretas em que ele aparece (coisas ditas, escritas, gravadas em algum tipo de material, passíveis de reprodução, ativadas através de técnicas, práticas e relações sociais) (FISCHER, 2001).

Descrever um enunciado é, portanto, dar conta dessas especificidades e simultaneamente procedermos à individualização de uma formação discursiva e, como escreve Foucault, “a análise do enunciado e da formação discursiva são estabelecidas correlativamente”, porque a “lei dos enunciados e o fato de pertencerem à mesma formação discursiva constituem uma única e mesma coisa” (FOUCAULT, 2000, p. 132). Para Foucault estas formações discursivas devem ser vistas sempre dentro de um espaço discursivo ou de um campo discursivo, segundo Foucault uma formação discursiva é:

[...] um feixe complexo de relações que funcionam como regra: ele prescreve o que deve ser correlacionado em uma prática discursiva, para que esta se refira a tal ou qual objeto, para que empregue tal ou tal enunciação, para que utilize tal conceito, para que organize tal ou tal estratégia. Definir em sua individualidade singular um sistema de formação é, assim, caracterizar um discurso ou um grupo de enunciados pela regularidade de uma prática. (ibidem, p. 82).

Considerando o discurso dos futuros professores sobre o uso de visualizações, iremos verificar que os enunciados se inscrevem no interior de algumas formações discursivas (da economia, da pedagogia, da política, etc.) e que obedecem a um conjunto de regras, dadas historicamente, afirmando as verdades de um tempo. Por isso, consideramos muito importante e atrativo introduzir esta perspectiva de Foucault na análise dos discursos destes futuros professores. Embora, seja importante para a pesquisa saber quais as concepções dos professores acerca deste tema tentaremos ir mais além, buscando as regras e as relações de poder que se dão dentro destes discursos. Ancorando-nos no conceito de prática discursiva de Foucault:

[...] um conjunto de regras anônimas, históricas, sempre determinadas no tempo e no espaço, que definiram, em uma dada época e para uma determinada área

social, econômica, geográfica ou linguística, as condições de exercício da função enunciativa. (ibidem, p. 133)

tentaremos encontrar os enunciados dispersos nos discursos, organizá-los e situá-los em campos discursivos. No entanto, teremos de ressaltar que os enunciados, diferentemente dos atos de fala e mesmo das palavras, frases ou proposições, não estão imediatamente visíveis nem inteiramente ocultos (FISCHER, 2001), teremos de fazer um esforço para interrogar a linguagem, o que efetivamente foi dito, perguntar de que modo a linguagem é produzida e o que determina a existência de cada enunciado. Segundo, Fischer é:

É operar sobre os documentos, desde seu interior, ordenando e identificando elementos, constituindo unidades arquitetônicas, fazendo-os verdadeiros monumentos. É perguntar: porque é que isto é dito aqui deste modo, nesta situação, e não em outro tempo e lugar, de forma diferente? (FISCHER, 2001, p.205).

Neste ponto, também teremos de nos ocupar do sujeito daquele enunciado, que fala e é falado, *o sujeito social*. Segundo Foucault, ao analisar um discurso, não estamos perante *um* sujeito, mas sim com um lugar de sua dispersão e de sua descontinuidade, onde se encontra o Outro, o que está imediatamente ligado à heterogeneidade discursiva, já que nos discursos sempre se fala de algum lugar, o qual não permanece idêntico. Foucault multiplica o sujeito, no caso concreto do nosso estudo teremos de questionar “quem fala?”, “qual a sua competência?”, “qual o lugar de onde fala?”, “em que campo de saber se insere?”. Precisaremos também de descrever o(s) lugar(s) intencionais de onde estes futuros professores obtêm o seu discurso, “e onde este encontra sua origem legítima e seu ponto de aplicação” (FOUCAULT, 2000, p. 57). Foucault, também refere que:

As posições do sujeito se definem igualmente pela situação que lhe é possível ocupar em relação aos diversos domínios ou grupos de objetos: ele é o sujeito que questiona, [...], é o sujeito que observa, [...], está situado a uma distância ótica cujos limites demarcam a parcela de informação pertinente; utiliza intermediários instrumentais que modificam a escala da informação, [...]. (ibidem, p. 58).

A idéia do sujeito como “efeito discursivo” revela-se aqui, as posições e formas de subjetividade, podem ser lidas como efeitos de um campo enunciativo, como escreve Foucault:

O discurso, assim concebido, não é a manifestação, majestosamente desenvolvida, de um sujeito que pensa, que conhece e que o diz: é, ao contrário, um conjunto em que podem ser determinadas a dispersão do sujeito e a sua descontinuidade em relação a si mesmo. É um espaço de exterioridade em que se desenvolve uma rede de lugares distintos. (FOUCAULT, 2000, p.61).

Tentaremos igualmente ao analisar os discursos destes futuros professores indagar que, outros enunciados estão nas margens destes enunciados, proferidos aqui e agora, ou seja, a ação do interdiscurso; “Não há enunciado que não suponha outros; não há nenhum que não tenha, em torno de si, um campo de coexistências, efeitos de série e de sucessão, uma atribuição de funções e papéis.” (FOUCAULT, 2000, p. 112). Segundo este filósofo, ao analisarmos o discurso destes futuros professores sobre visualizações, iremos encontrar uma multiplicação dos discursos (pedagógico, político, econômico), um campo de relações e de jogos de poder, em que cada formação discursiva ocupa um lugar diferente, dependendo, desses mesmos jogos de poder. Neste ponto, também não nos podemos esquecer do funcionamento intradiscursivo, isto é, a dinâmica dos enunciados dentro da mesma formação que, como iremos verificar no nosso caso, está muito presente nos enunciados proferidos pelos professores. Esta função dialógica, já referida por Bakhtin, está associada ao que Foucault refere, como a necessidade de analisar os enunciados

como objetos vivos, que dependem do momento em que são produzidos, pois se relacionam fortemente com enunciados anteriores produzidos sobre esse objeto.

Uma das razões que nos levou a escolher este referencial teórico e metodológico para a análise dos discursos dos professores deve-se ao fato de Foucault ser um dos pensadores que tratou da teoria e da prática sem colocá-las em campos separados, o que nós consideramos muito importante para a temática do nosso trabalho, como já foi referido. O discurso pedagógico sobre o uso de visualizações no ensino de Química, tem gerado um conjunto de práticas não-discursivas (criação e uso ferramentas visuais, softwares, computadores, projetores, etc.), que por sua vez emergem nos discursos, “[...] o discurso não tem apenas um sentido ou uma verdade, mas uma história [...]”. (FOUCAULT, 2000, p. 144), é esta relação entre discursivo e não-discursivo que nos interessa falar, esta relação temporal entre teoria e prática. Esta questão da temporalidade indica-nos, não só que, os discursos são produzidos num determinado tempo e lugar, mas também qual é a estreita relação entre as práticas discursivas e não discursivas.

No caso do uso de visualizações no ensino de Química, os discursos destes futuros professores, certamente não existiriam sem as diretrizes do ministério da educação, sem os discursos dos professores da graduação, dos pedagogos, da mídia, etc., mas também não existiria sem a indústria informática, a internet, etc. Segundo Foucault, uma prática discursiva “[...] toma corpo em técnicas e efeitos” (FOUCAULT, 2000, p. 217), e como se trata de uma via de mão dupla, há uma mútua implicação entre o discurso e as práticas não discursivas, ao serem “ditos” os enunciados constituem e por ventura modificam as técnicas e as relações sociais em que eles estão inseridos, e por consequência, o sistema de relações dos enunciados com aquilo que os cerca altera-se, as coisas depois de “ditas”, já não são as mesmas.

Ao analisar o discurso destes professores sobre o uso de ferramentas visuais temos de analisá-lo a partir das práticas a que esse discurso está associado e que campos (pedagogia, psicologia cognitiva, política, etc.) povoam os enunciados, como estes se transformam, e como se transforma o discurso. Qual a história deste discurso, sabemos que o uso de representações estruturais na Química é uma atividade constituída historicamente a partir de meados do século XIX, que se destinava fundamentalmente a processos de comunicação e à criação de heurísticas com o objetivo de previsão de propriedades dos vários entes da Química. De que lugares e de que posições se falavam, nessa época, como se dá a sua introdução no ensino? Quais os momentos de transformação do discurso, desde esse tempo até aos nossos dias? Que rupturas se instauraram? Como as representações visuais aparecem nos nossos dias como objeto de poder e saber?

Aceitando o convite de Foucault, tentaremos vestir o papel de arqueologistas buscando as “unidades arquitetônicas” a partir da dispersão dos enunciados, mostrando como esses enunciados aparecem e como se distribuem no interior de um discurso. Tentaremos descrever os discursos como práticas especificadas no elemento do arquivo, sendo que, para Foucault, o arquivo é: “O sistema geral da formação e da transformação dos enunciados.”(FOUCAULT, 2000, p. 148), ou seja, o conjunto de todos os enunciados, de todas as regras e de todas as coisas (campos de utilização), que são elas próprias objeto de discurso.

4. QUESTÕES DE PESQUISA

Com este trabalho pretendemos investigar junto aos professores em formação inicial quais concepções estes possuem acerca do tema visualização, uso de representações, imagens, seu papel na elaboração conceitual e, como tem sido abordada esta temática nos cursos de formação inicial.

Tentaremos igualmente situar estas concepções dentro de um discurso, histórico e socialmente situado, expondo as regras e as relações de poder que estão dentro do discurso, ou seja, segundo Michel Foucault, mostrar que os discursos destes professores em formação inicial, “as coisas ditas” não são uma mera expressão de idéias, pensamentos ou formulação de frases, mas um “acontecimento” que irrompe num certo tempo e num certo lugar, imerso num conjunto de práticas discursivas e não discursivas.

5. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Esta pesquisa está estruturada no referencial metodológico de pesquisa qualitativa, sendo assim, após pesquisa bibliográfica, foram aplicados questionários e entrevistas semi-estruturadas a professores em formação inicial de uma turma de Metodologia de Ensino de Química II do curso de licenciatura em Química da USP (2º semestre/2009), com o objetivo de identificar as concepções/representações dos mesmos. As entrevistas foram realizadas com registo audiovisual e posterior digitalização dos dados. O questionário aplicado aos alunos assim como os roteiros das entrevistas encontram-se nos anexos A, B e C. No anexo D encontra-se a transcrição integral das entrevistas.

Estes alunos encontram-se no último do ano do curso apresentando todos, por isso, algum contato com a sala de aula em estágios efetuados em disciplinas anteriores, sendo que, alguns já atuam como professores.

Será feita, igualmente, uma análise de aulas de um mini-curso aplicado por esses professores em formação inicial, assim como, dos respectivos relatórios de aula elaborados pelos professores. A escolha deste referencial, de acordo com Ludke e André (1986), tem algumas características específicas: o ambiente natural como fonte direta dos dados, no caso, a sala de aula e o professor em formação inicial. Os dados coletados serão predominantemente descritivos (gravações da sala de aula e respectivos relatórios de aula, respostas às entrevistas e questionários

aplicados aos professores). A seleção do tema e da metodologia utilizada no mini-curso foi realizada, pelos graduandos, sem qualquer intervenção por parte da pesquisadora.

Com esta diversidade de dados procuramos caracterizar a situação da forma mais completa possível e, simultaneamente, atender a outro aspecto fundamental da metodologia qualitativa que é a triangulação de dados, o que significa olhar para o mesmo fenômeno a partir de fontes distintas (ERIKSON, 1998). Pretende-se, igualmente promover com este tipo de pesquisa o contato do pesquisador com o ambiente onde ocorre a sua questão de pesquisa, buscando compreender os pontos de vista dos participantes no estudo.

Fizemos uso da entrevista, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), que a consideram o melhor instrumento de abordagem para o estudo de pessoas que partilham uma característica particular. Aquilo que partilham entre si revelar-se-á mais claramente quando cada um puder falar de suas perspectivas, mais do que quando observado em suas atividades.

A análise dos *discursos* elaborados pelos professores em sala de aula, nos questionários e nas entrevistas será baseada nas contribuições de Michel Foucault para a análise de discursos.

6. RESULTADOS

No 2º semestre de 2009, foi aplicado aos alunos da turma de Metodologia de Ensino de Química II do curso de licenciatura em Química da USP um questionário de resposta aberta (Anexo A), cujo objetivo era obter informações acerca das concepções que estes possuem acerca do tema (visualização, representação, imagens, papel da visualização na elaboração conceitual, etc.) e, simultaneamente, qual a contribuição do curso de formação inicial para a utilização destas ferramentas na sala de aula.

O questionário foi respondido anonimamente por 24 alunos, com um historial acadêmico bastante diferenciado, mas o mais relevante é que 16 alunos já tinham experiência como professores e 8 nunca tinham lecionado. Aos alunos que não tinham experiência como professores foi pedido que indicassem esse aspeto e que respondessem ao questionário como alunos.

O questionário é composto por 17 questões de resposta aberta, que abordam alguns dos conceitos teóricos relacionados com este tema, a sua experiência com o uso de visualizações, como alunos ou como professores e ainda acerca da contribuição do seu curso de formação inicial para o ensino de Química fortemente apoiado no uso destas ferramentas de visualização. De seguida, para cada questão indicaremos quais as respostas mais relevantes para discussão.

6.1 Síntese das respostas ao questionário

Em relação à primeira questão: “Nas suas aulas recorre à utilização de visualizações no ensino de química?”. Como já foi referido, 8 alunos indicaram não terem experiência como professores, enquanto os outros 16 afirmaram serem responsáveis, ou já terem sido, por lecionar aulas de química. Destes 16, só um aluno respondeu não usar qualquer tipo de ferramenta visual, todos os outros mencionaram a utilização destas ferramentas. Os restantes 8 alunos afirmaram que nas suas aulas de graduação os professores recorrem ao uso de visualizações.

À segunda questão: “Se respondeu negativamente à questão anterior, indique por que motivo(s).”, como já referido só um aluno respondeu: - “*Devido à escassez de recursos da instituição para a qual trabalho*”.

Na terceira questão: “Se respondeu afirmativamente à questão um, indique qual a frequência (raramente, frequente, muito frequente)”. Dos vinte e três alunos que reponderam afirmativamente à questão um: três responderam raramente, treze responderam frequente e, sete responderam muito frequente.

Em relação à quarta questão: “Em que tipo de conteúdo de química costuma recorrer a ferramentas visuais?”, as respostas são variadas, mas podemos salientar que: três alunos referiram o uso em todo o conteúdo, um aluno referiu a utilização em conteúdos relacionados com o cotidiano, outro aluno menciona gráficos e tabelas, no entanto, a maioria dos alunos refere a sua utilização em conteúdos que necessitam de abstração (elementos, modelos, modelos atômicos, mecânica quântica, orgânica, orbitais, estruturas, mecanismos, formação de ligações, reações,

etc.). Destacamos aqui também a resposta de um aluno que refere a sua utilização para: -

“Experimentos que não podem ser efetuados na sala de aula.”

Na quinta questão: “Que tipo de ferramentas visuais costuma usar nas suas aulas (imagens estáticas, modelos, animações, simulações, vídeo, filmes, etc.)?”, a maioria das respostas refere imagens estáticas, com alguns alunos especificando: gráficos e tabelas; temos também um número significativo de respostas que incluem modelos (nalguns casos moleculares concretos) e também um número elevado de respostas que incluem animações e vídeos/filmes. As simulações são referidas com menor frequência. Destacamos igualmente o fato de a maioria dos alunos mencionarem o uso de diversas ferramentas de visualização.

Em relação à sexta questão: “Por que motivo recorre ao uso de visualizações na sala de aula?”, uma larga maioria dos alunos respondeu para facilitar a compreensão e o aprendizado (alguns alunos especificam as estruturas 3D) de alguns conceitos de Química, também referenciando o aumentar a concentração, quebrar a monotonia, diversificar, substituir as atividades práticas e ainda para ajudar os alunos a estabelecerem ligações com o cotidiano.

À sétima questão: “O que entende por visualização?”, a maioria dos alunos refere diretamente ferramentas visuais, outros referem expressões relacionadas: recursos audiovisuais, imagens, vídeos, figuras, utilização de imagens, etc. Raramente mencionam o processo de compreensão de imagens relacionado com o ato de visualizar.

A oitava questão era: “Qual é a receptividade dos alunos às ferramentas visuais que introduz nas suas aulas?”. A maioria dos alunos respondeu simplesmente, boa. Alguns

complementaram as respostas com: - “ *Os alunos ficam mais atentos.*”, - “*... mostram mais interesse na aula.*”, - “*... torna o conteúdo mais atraente.*” Só um dos alunos referiu indiferença.

Em relação à nona questão: “*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.*” Os motivos apresentados com mais frequência foram: porque facilita a aprendizagem e a compreensão dos conceitos químicos e torna as aulas mais dinâmicas, diferentes do modo tradicional. Alguns alunos mencionaram outras opiniões: - “*Torna a matéria mais “real”.*”, - “*Sim, pois a vida destes alunos é cercada de recursos visuais, dos mais diversos.*”, - “*O movimento.*”

A décima questão era: “*Você acha que os alunos precisam de alguma habilidade específica para aprender com a utilização de imagens?*”. A esta questão a maioria dos alunos respondeu que não. Inclusivamente um aluno mencionou: - “*Ele necessitará de menos habilidade do que necessitaria em uma aula sem imagens, pois elas facilitam a aprendizagem.*” Dois alunos responderam que dependeria do tipo de imagens usadas, e os restantes responderam afirmativamente, complementando as respostas com os seguintes comentários: - “*... têm de saber interligar os conceitos com imagens.*”, - “*... principalmente quando usam modelos.*”, - “*... é preciso entender que a imagem é uma representação.*”

Em relação à décima primeira questão: “*A escolha das visualizações usadas na sala de aula é efetuada segundo algum(s) critério(s)? Em caso afirmativo, indique quais.*”, verificamos que alguns dos alunos não responderam à questão e outros responderam negativamente. A maioria respondeu afirmativamente e alguns dos critérios mencionados foram: - “*... a*

visualização deve estar adequada ao conteúdo.”- , - “As imagens devem ser representativas.”- , - “... as que forem mais interessantes.”, - “... devem ter coerência com o tema e ter precisão científica.”- , - “... depende da aula e dos recursos e tempo.”, - “... devem ser exemplos clássicos.”- , “... julgamento e experiência do professor.”

A décima segunda questão era: “O que é para você uma imagem?”. Um elevado número de alunos respondeu: representações visuais ou gráficas de algo; outros referiram: figuras, fotos, desenhos, algo no plano das idéias, algo diferente de texto, cópia ou modelo do real, etc. Outros ainda mencionaram: - “... forma de comunicação visual.”- , - ... o que formamos a partir das visualizações.”

À décima terceira questão: “Encontra alguma razão especial para o uso frequente de modelos no ensino de Química?”, a maioria dos alunos respondeu que é para facilitar a visualização de alguns conceitos abstratos, outros revelaram que é para diversificar e dinamizar as aulas, outros para captar a atenção, facilitar a associação com o cotidiano. Um aluno referiu que era para: - “Podemos tocar e mexer com as mãos.” ; outro aluno referiu que se esta ciência esta repleta de modelos, eles também devem ser importantes para o ensino de Química.

Em relação à décima quarta questão: “Já leu alguma literatura acerca do tema visualização? Qual?”. Nesta questão, dada a expressividade dos resultados, vamos quantificar as respostas: um aluno não respondeu, dezanove responderam que não e, os restantes quatro responderam afirmativamente, mas não se recordam do que leram.

À décima quinta questão: “O que entende por capacidades de visualização?”. Nesta questão, a opinião mais frequente é que são capacidades para lidar, compreender, interpretar ou construir imagens. Um aluno respondeu que é: - “... a habilidade para absorver o que é visto pela pessoa.” -; salientamos, também, que um elevado número de alunos não respondeu ou não sabe responder à pergunta.

Em relação à décima sexta questão: “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?” Uma pequena maioria dos alunos respondeu que sim, acrescentando que, no entanto, a abordagem deveria ser mais profunda; os restantes responderam que não e alguns referiram mesmo que nunca abordaram o assunto.

A décima sétima questão era: “Durante a 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)?”. De acordo com as respostas à questão anterior a maioria respondeu que sim, embora de uma forma superficial e esporádica, os restantes responderam que não e todos, com exceção de um aluno consideram esta temática importante e até fundamental, sem especificarem de que ponto de vista é que estavam a falar.

6.2 Síntese das respostas à entrevista semi-estruturada

No final do 2º semestre de 2009, foi aplicado à mesma turma de Metodologia de Ensino de Química II do curso de licenciatura em Química da USP uma entrevista semi-estruturada

(Anexos B e C), a dois grupos distintos (vamos designá-los por grupo 1 e 2), cujo objetivo era obter informações acerca do uso geral da visualização no ensino de Química e, simultaneamente, quais as razões específicas que estiveram subjacentes às suas próprias escolhas como professores no mini-curso de duas aulas que apresentaram para alunos do ensino médio na Faculdade de Educação da Universidade de S. Paulo. Estes alunos da graduação são responsáveis pelo mini-curso no que diz respeito à escolha do tema, metodologia e avaliação. Cada grupo era constituído por sete alunos desta turma de graduação.

A entrevista semi-estruturada continha um primeiro conjunto de questões mais gerais, cujo objetivo era, como já referido, obter concepções acerca do uso de visualizações no ensino de Química; depois, seguia-se outro conjunto de questões específicas acerca das ferramentas visuais usadas nos respectivos mini-cursos e uma última questão comum acerca de concepções errôneas no ensino/aprendizagem de Química.

No anexo B, encontra-se o roteiro da entrevista semi-estruturada aplicada ao Grupo 1. Aqui temos de mencionar que o uso do termo “visualização” se situa dentro da convenção designada anteriormente por 2, ou seja, como nome, como ferramenta visual.

O Grupo 1 escolheu planejar um mini-curso acerca do tema “Métodos de Separação de Misturas.” Em cada questão, vamos apresentar as ideias chave reveladas pelo grupo durante a entrevista, que se encontram na entrevista digitalizada.

A primeira pergunta colocada ao grupo foi: “Por que decidiram recorrer ao uso de visualizações no vosso mini-curso?” Os alunos da graduação (agora no papel de professores),

responderam que estavam à procura de algo que iniciasse a aula, de forma a fazer uma introdução que causasse impacto. Eles também afirmaram que estavam à procura das concepções prévias dos alunos acerca do conteúdo do mini-curso e o uso de visualizações pareceu-lhes uma boa forma de fazer os alunos recuperarem informações. Eles mencionam igualmente que o uso de imagens relacionadas com o assunto em discussão evidenciava alguma informação, mas não toda, forçando os alunos a recordar o que eles já sabiam acerca deste assunto.

À segunda questão: “Que tipo de visualizações escolheram?”, os alunos responderam: imagens estáticas 2D e fotografias. Em relação à terceira questão: “Qual (ais) o (s) critério (s) que estiveram subjacentes à vossa escolha?”, os alunos referiram: - “*Devido à simplicidade*”-, - “*Porque foi fácil construir a sequência de transformações em cada método de separação.*” Relacionado com o que tinham afirmado anteriormente, eles apenas pretendiam uma forma de iniciar a aula com pouca informação, nada dinâmico ou complexo.

A quarta questão foi: “A escolha da visualização esteve embasada com alguma concepção de natureza epistemológica, ontológica ou axiológica?”. Nesta questão, o grupo mostrou algumas dificuldades em compreender o quê se estava a perguntar. Depois de algumas explicações acerca do significado daqueles três termos, eles responderam: -“*Não, nós não pensamos nisso previamente.*”-, eles revelaram estar mais preocupados com o discurso verbal, a melhor sequência de imagens, do que com as imagens em si. Eles referem igualmente que em relação aos valores (axiologicamente), eles usaram o “bom senso”, de forma a não ofender ninguém, mas concordaram que nalgumas imagens eles mostraram algumas marcas de produtos alimentares. Eles referem também que as imagens lhes pareceram “limpas” e, do ponto de vista deles não

sentiram qualquer efeito quando visualizaram as imagens e se causou algum efeito nos alunos, não era a intenção.

Em relação à quinta questão: “Consideram que o tipo e a quantidade de visualizações foram adequados aos vossos objetivos?”, eles consideraram que talvez existisse algum excesso e provavelmente eles deveriam ter trocado algumas imagens. Eles verificaram que uma imagem específica causou alguma confusão entre os alunos e que deveriam ter refletido melhor nesta escolha. Referem igualmente que apesar de algumas escolhas menos felizes, o seu objetivo foi conseguido (recuperar informação através das visualizações).

Em relação à sexta questão: “As visualizações usadas serviram para ilustrar, ou continham em si alguma informação?”, os alunos da graduação responderam que continham alguma informação. Eles queriam que os alunos usassem as imagens como ferramentas auxiliares em simultâneo com o discurso verbal para atingirem os conceitos do conteúdo. A maioria das imagens estava relacionada ao cotidiano dos alunos, para tentar manter a sua atenção.

A sétima questão era: “Consideram que o uso de visualizações deve estar enquadrado com a informação escrita? Por quê?”. Eles imediatamente responderam: - “Sim, e de uma forma significativa.”- Um dos elementos do grupo insistia na ideia de que deveriam ser complementares e outros mencionaram que deveria sempre existir alguma informação verbal de forma a guiar a mensagem que se pretendia passar. Estes alunos da graduação também referiram que se não existir um enquadramento entre as visualizações e a informação verbal, pode-se criar um conflito na mente dos alunos.

À oitava questão: “Acreditam que as visualizações usadas auxiliaram na aprendizagem dos alunos? Em que dados se baseiam para responder a esta questão?”, os alunos da graduação responderam –“*Sim*”-, as imagens foram usadas para contextualizar o assunto; um deles referiu: - “*A imagem cumpriu o seu papel.*”-, enquanto outros referiram que os alunos usaram bastante as imagens durante as atividades do mini-curso.

Em relação à nona questão: “E em relação ao professor, sentiram que o uso das visualizações de alguma forma auxiliou o vosso papel de professor? Por quê?”, primeiro eles responderam que os ajudou a captar a atenção deles, porque eles acham que quantos mais sentidos eles usarem (audição, visão), mais atenção eles vão conseguir. Um dos elementos do grupo referiu que talvez o uso de visualizações torne o trabalho dos professores menos árduo, outros adicionaram que o uso de visualizações facilita as “coisas”.

As próximas três questões são acerca das suas intervenções e escolhas específicas no mini-curso. A décima questão foi então: “No caso concreto do vosso mini-curso, quando abordaram a obtenção do sal de cozinha usaram uma sequência de três imagens não acompanhadas de uma descrição oral ou escrita adequada dos processos existentes entre cada uma das etapas representadas nas imagens. O que acham que os alunos construíram mentalmente, naquele momento acerca daquelas transformações?”. Eles responderam que embora soubessem que provavelmente alguns dos alunos não saberiam quais seriam as transformações, mais tarde quando eles discutissem estas transformações, eles teriam a oportunidade de trabalhar nalguma concepção errônea ou alternativa.

A décima primeira questão foi: “No decurso do mini-curso um de vocês refere - “O etanol é uma molécula”-, sem recurso a qualquer elemento visual ou qualquer questionamento no sentido de averiguar se ela (aluna do ensino médio) atribuiu algum significado a este conceito. O que é que vocês acham que a aluna “imaginou”, ou seja, que *modelo mental* terá ela recuperado (se é que possuía algum) da sua memória, no momento em que vocês introduzem esta identidade abstrata do mundo submicroscópico da química?” Eles responderam que embora tivessem a percepção de que a aluna não compreendia ainda o conceito de molécula, eles sentiram que deviam dar uma “explicação científica”. Mais tarde, eles esperam que alguém lhe explique melhor o que é uma molécula. Eles referiram igualmente que, quando se aperceberam que a aluna ainda não tinha abordado o conceito de molécula, um dos elementos do grupo tentou relacionar o etanol com o seu uso no cotidiano, para que ela, pelo menos conseguisse identificar a substância. Depois de alguma discussão sobre esta intervenção, eles concordaram que a sua falta de experiência como professores os levava, por vezes a sentirem dificuldades quando tinham de lidar com situações inesperadas.

Na décima segunda questão: “No vosso mini-curso vocês usam algumas vezes a seguinte expressão “Está vendo?!”, apelando para a abstração do aluno em relação a determinado assunto. Como vocês podem ter a certeza de que aquilo que o aluno visualizou internamente é aquilo que vocês queriam que ele “imaginasse”?”, os alunos concordaram que por vezes “caíam” nesta situação e, por vezes, apercebiam-se (pelo olhar dos alunos) de que eles não estavam a “ver nada”. Então, eles tentavam fazê-los externalizar os seus pensamentos de forma a ajudá-los de uma melhor forma a atingir os conceitos.

A última questão foi: “Que consequências vocês acham que resultam da construção de conceitos errôneos por parte dos alunos no processo de ensino/aprendizagem em química?”. Aqui as opiniões ficaram um pouco divididas. Alguns elementos do grupo afirmaram que nada é definitivo e com o tempo e bons professores, os alunos teriam oportunidade de corrigir estes conceitos errôneos, mas outros elementos afirmaram que estes conceitos errôneos iriam levar a grandes problemas em futuras aprendizagens. Eles argumentavam que todos os conceitos em Químicas estão muito interligados, existindo mesmo conceitos chave que comprometem a aprendizagem de todos os outros. Eles também mencionaram que estas situações geram alunos desmotivados, dado que estes começam a não conseguir atribuir significado aos conceitos químicos.

Apresentamos, aqui da mesma forma, as ideias-chave da entrevista semi-estruturada aplicada ao Grupo 2, cujo tema escolhido foi: “Soluções e concentrações”. A primeira questão colocada ao grupo foi: “Por que decidiram recorrer ao uso de visualizações no vosso minicurso?”. Os alunos responderam pronunciando vários adjetivos em relação ao termo “visualizações”, tais como: “marcantes”, “apelativas”, “conquistam”, etc. Eles também mencionaram que tanto eles (elementos do grupo) como os alunos gostam de visualizações e, nas suas, como alunos, também são muito usadas. Mencionaram, ainda, que sentiram que tinham de fazer algo diferente para estes alunos do ensino médio. Acima de tudo, queriam captar a atenção, criar interesse e impacto.

À segunda questão: “Que tipo de visualizações escolheram?”, os alunos responderam: um vídeo clip, uma notícia de TV e uma animação e com alguma hesitação um elemento do grupo referiu: as soluções de várias concentrações de um corante de groselha, como algo concreto.

Em relação à terceira questão: “Qual(ais) o(s) critério(s) que estiveram subjacentes à vossa escolha?”, o grupo respondeu que os alunos estavam habituados a observar este tipo de imagens (vídeo clip, uma notícia de TV). Para explicar a dissolução do sal *tiveram* que usar uma visualização dinâmica, por isso escolheram uma animação. Também mencionaram que acham o uso do movimento muito interessante, - “*ajuda a manter a atenção dos alunos*”.

Em relação à quarta questão: “Consideram que o tipo e a quantidade de visualizações foi adequada aos vossos objetivos?”. Eles responderam “legal” e que estavam contentes com as escolhas que efetuaram.

A quinta questão foi: “A escolha da visualização esteve embasada com alguma concepção de natureza epistemológica, ontológica ou axiológica?”. Nesta questão, o grupo mostrou, da mesma forma que o anterior, algumas dificuldades em compreender o quê se estava a perguntar. Depois de algumas explicações acerca do significado daqueles três termos, eles começaram por responder – “Sim”- mas as suas explicações não eram coerentes, claramente estavam a falar de outra perspectiva. Eles mencionavam continuamente o que esperavam que as visualizações fizessem e, apesar de repetirem que pensaram nestes assuntos, nunca conseguiram dar uma resposta coerente.

Em relação à sexta questão: “As visualizações usadas serviram para ilustrar, ou continham em si alguma informação?”, os alunos da graduação responderam que o vídeo clip era ilustrativo, a notícia era para - “*fazê-los pensar*”- e resto continha alguma informação.

A sétima questão era: “Consideram que o uso de visualizações deve estar enquadrado com a informação escrita? Por quê?”. Os alunos da graduação, primeiro responderam que não, - “Não necessariamente”-, depois mencionaram que não tinham pensado acerca disso. Alguns hesitaram e disseram, sim; um elemento do grupo referiu que se existir alguma informação verbal (escrita), esta podia dividir a atenção dos alunos. No final, as opiniões dividiram-se, alguns afirmavam que sim, enquanto outros continuavam a pensar que não era necessário existir um enquadramento.

À oitava questão: “Acreditam que as visualizações usadas auxiliaram na aprendizagem dos alunos? Em que dados se baseiam para responder a esta questão?”, os alunos da graduação responderam que sim, referindo-se apenas à animação. Eles mencionaram igualmente que aplicaram um questionário aos alunos antes da animação e outro após a animação e afirmam que sentiram que a animação aumentou seu conhecimento acerca deste assunto, dado que as respostas ao segundo inquérito lhes pareceram mais coerentes.

Em relação à nona questão: “E em relação ao professor, sentiram que o uso das visualizações de alguma forma auxiliou o vosso papel de professor? Por quê?”, os alunos da graduação responderam que sim, todos os recursos usados foram necessários. No caso da animação, eles sentiram que foi completamente necessário usar esta ferramenta, sem ela teria sido muito difícil para eles explicarem este processo. Eles também referiram que as soluções do corante de groselha foram muito importantes, porque permitiram aos alunos terem a oportunidade de – *“reflitirem sobre algo que pertence ao seu cotidiano.”*

A décima questão foi: “No final da segunda aula do vosso mini-curso um de vocês refere: - *“Vamos apresentar um vídeo que mostra o quê acontece quando se coloca sal dentro da*

água...”-. De acordo com esta introdução, o quê é que vocês acham que os alunos podem ter “imaginado” acerca da realidade deste fenômeno?” Primeiro, não entenderam a questão; após algumas explicações, um elemento do grupo refere: - *“Nós não mencionamos que era uma representação.”*-. Agora, todos concordaram que foi uma má abordagem e talvez os alunos tenham pensado que a animação tivesse sido um “zoom” que uma câmara “poderosa” tenha feito à água. No entanto, alguns elementos do grupo hesitaram e mencionaram que afinal, se calhar, a abordagem não foi assim tão incorreta, segundo eles: -*“é esperado que estes alunos do ensino médio já saibam que, em Química, nós lidamos sempre com modelos e representações e nalguns livros eles também encontram esta linguagem”*. Alguns elementos do grupo, questionaram ainda se era produtivo estar sempre a indicar que trabalhamos com representações. Eles colocaram a questão: - *“Os alunos prestam atenção quando nós dizemos que é um modelo?”*. Eles acrescentaram: - *“Devemos discutir com eles que são representações, mas não é necessário fazer isto em todas as lições.”*

A décima primeira questão foi: “Na animação apresentada sobre a dissolução do sal, o quê é que vocês acham que os alunos identificaram como sendo a estrutura cúbica formada por bolinhas verdes e brancas?”. Os alunos da graduação responderam – “O sal” -; após alguma discussão sobre se mencionaram ou não, a palavra cristal, eles concordaram que ainda têm dificuldades em fazer um deslocamento para o ponto de vista dos alunos e afirmaram que esperam que os alunos não tenham prestado muita atenção à estrutura cúbica.

Na décima segunda questão: “Na mesma animação, que significado é que vocês acham que os alunos atribuíram aos sinais + e - que apareciam nas bolinhas brancas e verdes

respectivamente?”, eles responderam que não sabiam se os alunos atribuíram algum significado aos sinais e que talvez eles já soubessem que representam íons. Referem ainda que se eles nunca ouviram falar de íons, eles acreditam que talvez tenham pensado que eram átomos diferentes, e um dia eles terão a oportunidade de trabalhar estes conceitos e atribuírem significado a esta observação. Eles também mencionaram que não era o momento para introduzirem estes conceitos e talvez os alunos tenham prestado mais atenção às cores das bolas do que aos sinais.

Em relação à décima terceira questão: “Acham que os alunos relacionaram corretamente os símbolos químicos (NaCl) com os modelos (as bolinhas) escolhidos para os representar? E no caso da água?”, eles responderam que não discutiram este detalhe com eles, - “ *a animação serviu apenas para demonstrar o que acontece quando pomos sal na água.*”

A décima quarta questão foi: “Que significado é que acham que os alunos terão atribuído a uma imagem em que aparece uma bola verde rodeada de vários conjuntos de bolas vermelhas e brancas e uma bola branca rodeada igualmente de vários conjuntos de bolas vermelhas e brancas, mas com direcionamentos diferentes?” Eles responderam que não sabiam, não foi questionado aos alunos, nem eles no grupo discutiram isso. Acreditam que os alunos devem ter percebido que havia diferenças.

A décima quinta questão foi: “Que consequências vocês acham que resultam da construção de conceitos errôneos por parte dos alunos no processo de ensino/aprendizagem em química?”. Alguns alunos da graduação responderam que os alunos podem transportar estas concepções erradas durante muito tempo, comprometendo a aprendizagem em Química. Outros afirmaram - “*Você erra no teste.*” Um elemento do grupo acrescentou que dependia da

importância do conceito, se fosse um conceito chave, como modelo atômico, podia comprometer toda a aprendizagem em Química se o aluno não tiver a oportunidade de esclarecer o conceito errado. Outro elemento do grupo admitiu que foi só quando preparava as suas aulas como professor, é que teve a oportunidade de esclarecer alguns conceitos e que isto pode ser um sério problema, porque por vezes os professores podem disseminar erros.

6.3 Análise dos discursos segundo Michel Foucault

A análise dos discursos destes professores em formação inicial, acerca do uso de visualizações no ensino de Química, baseia-se na caracterização dos quatro elementos básicos de cada enunciado: o referente, o sujeito, os campos associados e finalmente a materialidade específica de cada enunciado, ou seja, da função enunciativa. Esta análise arqueológica dos enunciados levará à busca das regularidades que estão associadas a cada enunciado o que permitirá caracterizar este conjunto de enunciados, ou seja, o discurso destes professores. Como, já foi referido, iremos analisar as respostas elaboradas por estes professores a um questionário, os relatórios de aula de dois grupos de sete alunos desta turma, assim como, as respostas dadas a uma entrevista semi-estruturada por estes dois grupos de alunos.

Iniciando então pelas respostas ao questionário aplicado no início do semestre, encontramos um grupo de futuros professores que está de alguma forma familiarizado com este tema (a visualização). Ao analisar esta sequência discursiva, tentando ficar nos “espaços em branco”, encontramos um *correlato* “conjunto de domínios e de relações” em que a visualização aparece. Nos enunciados destes futuros professores, sobre o uso de visualizações aparece um conjunto de referências a algo que identificamos (referentes). O uso de visualizações aparece

com frequência nas respostas deles associado à natureza abstrata da Química. Estas referências aparecem, como já referido, no ponto 6.1, nas respostas às questões 4, 5 e 13. Esta preocupação, com a compreensão do mundo submicroscópico da Química aparece nas últimas décadas do século passado. Vários pesquisadores atribuem à grande dificuldade que os alunos têm em transitar entre as várias dimensões da Química, o principal fator do insucesso escolar nesta ciência.

Estas questões são discutidas nos cursos de formação inicial, em algumas disciplinas pedagógicas. Simultaneamente, a pressão da sociedade e dos governos para o aumento das taxas de sucesso na escola, impõe a esta e ao ensino a busca por novas metodologias, novas práticas discursivas, novos recursos educacionais que tentam dar resposta a estas exigências. Estas são algumas das condições de emergência destes enunciados e das relações que eles vão tecendo, e que “obrigam” dentro destas relações de poder, ao uso destes recursos, ou seja, ao aparecimento de determinadas práticas não discursivas.

Observamos, igualmente pela análise destes enunciados, uma referência, também frequente, à necessidade de tornar a sala de aula, um lugar interessante e agradável, “diferente do modo tradicional” e de algum modo associada ao cotidiano dos alunos. Estes referentes aparecem essencialmente nas questões 6, 8 e 9. Mais uma vez, o uso de ferramentas visuais aparece relacionado ao discurso educacional atual que, fomenta a necessidade de mudanças no ensino. Aqui, como refere Foucault, “as coisas ditas” estão amarradas às dinâmicas de poder e saber de seu tempo. A desadequada formação inicial destes professores, aparece frequentemente nos seus enunciados, assim como, a falta de ruptura epistemológica, entre as concepções que lhes foram transmitidas e as novas concepções que circulam no meio acadêmico e na sociedade.

As poucas referências, entre visualização e construção de conhecimento, nos discursos destes futuros professores, são por si só, acontecimentos que revelam as verdades de um tempo. Neste caso estamos a referir-nos concretamente ao tipo de formação que estes alunos do curso de licenciatura receberam acerca deste tema. A ausência frequente nos seus enunciados a referências ao papel e natureza das visualizações no ensino de Química, bem patente nas questões 6, 7, 10, 11, 12, 13 e 14, emerge do conjunto de relações, exclusões, limites e lacunas que delineiam o seu aparecimento.

Ao analisarmos agora os relatórios de aula de dois grupos de alunos desta turma, constamos que no caso do primeiro grupo que, escolheu o tema “Separação de misturas”, o uso de visualizações relacionadas com o cotidiano (slides), serve para ajudar os professores a iniciar a aula, e à verificação das concepções prévias dos alunos do mini-curso. O grupo apresenta seis imagens estáticas que, ilustram vários processos de separação a serem discutidos. Aqui ressaltamos a importância que estes futuros dão à necessidade de conhecer as concepções prévias dos alunos. De acordo com Bastos (2005), reconhece-se hoje que os conhecimentos prévios dos indivíduos têm grande influência sobre a aprendizagem, por isso, tem sido proposto que as atividades de ensino aplicadas nas aulas, “...sejam planejadas, de modo a aproveitar, complementar, desenvolver e transformar as idéias, teorias e conhecimentos que os alunos trazem consigo.” (BASTOS, 2005, p. 13). O uso de um conjunto de imagens estáticas, para ilustrar um conjunto de processos dinâmicos, foi uma prática constante ao longo do mini-curso, o que segundo estes futuros professores, esta metodologia que relaciona algo do cotidiano do aluno, torna a aprendizagem mais dinâmica, agradável e interativa.

O relatório de aula do segundo grupo “Soluções e concentrações”, apresenta igualmente alguns referentes nos enunciados sobre o uso de visualizações, que nós tentamos identificar. Ao contrário do grupo anterior este grupo de futuros professores apresenta um objetivo bem claro e detalhado para o uso de cada ferramenta visual. Por exemplo, refere diretamente o uso dos vídeos, para “*aumentar a interação aluno-professor*”, “... *para disparar uma discussão sobre o conceito que se desejava abordar*”. Apresenta o vídeo como uma “ferramenta cultural”, muito importante “*por estar presente no cotidiano da maioria das pessoas de uma região urbana*” e que, “*pode ser bem utilizado e render discussões*”. Este grupo também relaciona o uso de visualizações com a possibilidade de obter “*concepções alternativas dos alunos*”. Este grupo refere igualmente que o uso de um vídeo-animação serviu para discutir a dissolução do cloreto de sódio na água, e que o uso de fotos serviu para contextualizar e discutir a recuperação do sal.

Por fim, a “busca” de referentes nos enunciados sobre visualizações chegou às respostas dadas durante uma entrevista semi-estruturada efetuada aos dois grupos, já descritos e, cujas transcrições integrais se encontram no final deste trabalho (Anexo D). Aqui os dois grupos apresentam referências mais extensas e detalhadas, acerca do uso de visualizações, umas são concordantes com as já mencionadas, anteriormente, outras apresentam referentes diferentes dos apresentados anteriormente.

Começamos, então, pelo Grupo 1 “Separação de misturas”, para este grupo as ferramentas visuais servem para captar a atenção dos alunos, para conquistar, para gerar interesse, porque as imagens para estes alunos da graduação são cativantes e apelativas. Na **Fala 4**, encontramos um enunciado que nos traz um referente diferente, dos apresentados até agora - “*A gente tinha um projeto que tinha de ser um pouco diferente, tinha de seguir a linha daquilo*

que a gente estudou, e recorreu ao uso de imagens, algo que a gente viu bastante e os alunos gostam e, assim, pelo menos apresenta alguns resultados bons.” Aqui o uso de imagens aparece associado, à pressão da sociedade e da instituição (universidade) para o uso de metodologias diferentes das “tradicionais”, à experiência pessoal dos alunos e à extensa literatura na área que refere que o uso destes recursos aumenta a eficácia da aprendizagem. Na **Fala 76**, no enunciado “ [...] *a gente só quis mostrar pra eles como acontece, pra eles verem, pra eles tentarem imaginar o que acontece mesmo.*”, aparece a frequente associação/confusão entre a visualização de um modelo e a realidade do fenômeno, muito pouco discutida na formação inicial dos professores. Esta referência também aparece no enunciado da **Fala 195**. Nos enunciados sobre o uso de visualizações destes futuros professores, aparecem igualmente, referências ao papel auxiliador destas ferramentas no ensino e na aprendizagem, como se pode verificar entre a **Fala 86** e a **Fala 102 a**. Na **Fala 106**, a aluna apresenta uma referência à suposta função explicativa das imagens, quando diz: “[...] *o segundo foi para gerar uma pergunta e o terceiro (a animação) para explicar uma coisa.*”

Em relação ao **Grupo 2** “ Soluções e concentrações”, tal como, aparece no relatório das aulas do mini-curso, o uso de visualizações é relacionado com a obtenção de concepções prévias “um facilitador” (**Fala 40**), para dar um “*start*” (**Fala 7**). Aqui, também, aparecem nestes enunciados, referências ao cotidiano, em que se refere que o uso destes recursos propicia uma aproximação ao cotidiano dos alunos. Neste grupo é feita, também, na **Fala 215**, uma referência, embora, indireta ao uso de um canal diferente de entrada de informação quando se usa um recurso visual e, nas **Falas 218 a 221**, é feita uma referência à questão de interpretação da imagem e da influência dos conhecimentos prévios, nesse processo de interpretação. Para estes

alunos, o uso de visualizações é também visto como uma ferramenta de auxílio no ensino/aprendizagem, o que se encontra bem evidente nos enunciados das **Falas 250 a 281**.

Continuando a análise das respostas destes futuros professores, tentaremos caracterizar o “sujeito” destes enunciados, procuraremos “...determinar qual é a posição que pode e deve ocupar todo o indivíduo para ser seu sujeito.” (FOUCAULT, 2000, p. 108). Quem fala? Quem é seu titular? Qual é o status destes alunos que proferiram semelhante discurso? Precisaremos também de descrever o(s) lugare(s) intitucionais de onde estes futuros professores obtêm o seu discurso, onde os aplicam e a posição que ocupam em relação aos diversos domínios.

O sujeito destes discursos é um aluno de uma universidade, considerada a melhor do Brasil e da América Latina, que também ocupa (na maioria dos casos) a posição de professor no ensino brasileiro. É um aluno do último ano do curso de licenciatura em Química, cuja estrutura, apresenta uma grade tradicional, de um lado as disciplinas de conteúdo específico e do outro as disciplinas pedagógicas. Este modelo tecnicista de formação docente (SCHNETZLER e ARAGÃO, 2000; MALDANER 2000) que, apesar de, bastante criticado nos últimos anos, ainda serve de base para a formação inicial dos professores. O sujeito deste discurso é um professor, despreparado para lidar com toda a complexidade do ato pedagógico. O uso frequente de recursos visuais vem reforçar ainda mais esse sentimento, dado que, a diversidade de contextos de caráter prático e suas singularidades inerentes aumentam, exigindo do professor a capacidade de encontrar soluções pedagógicas adequadas para o uso destes recursos. O sujeito deste discurso é *principalmente* um futuro professor a quem a sociedade disponibiliza uma série de novos recursos, exige o seu uso em sala de aula, mas que não o apetrecha de toda a formação necessária, para que o seu uso seja realmente eficaz no processo de ensino/aprendizagem.

Por isso, temos um professor, que na prática faz um uso não refletido destes recursos, que não possui um conhecimento teórico na área da cognição, para compreender a elaboração de significados através de imagens. A imagem é fonte de entretenimento, esta concepção é proveniente de uma cultura dominada por imagens, onde a mídia tem um papel fundamental na produção de narrativas que criam um universo de ilusão. O "espetáculo" midiático atinge as diversas esferas sociais e institucionais, entre as quais a escola e, mais especificamente o ensino de Química. Estas constatações estão bem presentes nas suas práticas discursivas e não-discursivas, por exemplo, nos enunciados entre as **Falas 2 e 14** do Grupo 1, nas respostas à sexta questão do questionário, na escolha das ferramentas visuais e na sua forma de uso (caso, por exemplo, da animação no grupo 1).

Continuando a caracterização do sujeito deste discurso precisamos, segundo Foucault, de descrever os *lugares institucionais* de onde ele obtém este discurso. De acordo com as características atuais da nossa sociedade de *comunicação*, podemos imputar à escola (ensino fundamental, médio e superior) o papel primordial como fonte destes discursos, mas não somente, a mídia, como já foi referido anteriormente, todo o tipo de livros, artigos, estudos e relatórios publicados sobre esta área contribuem significativamente para estas práticas. As políticas governamentais para educação (PCN's, etc.) e as políticas de escola onde estes alunos já lecionam são também fontes deste discurso. É também na universidade onde ainda são alunos e nas escolas em que já lecionam, os lugares em que estes discursos são aplicados. Na universidade, as conversas com os colegas e professores, as provas, os relatórios e as entrevistas serão os momentos em que estes discursos serão aplicados; na escola onde lecionam, estes discursos aparecerão nas suas práticas discursivas e não discursivas, ou seja, no caso do uso de

visualizações, aparecerá na sua escolha e nas formas de uso dadas a uma determinada visualização.

Em relação, ao último ponto da caracterização deste sujeito, de acordo com Foucault, teremos de definir a posição do sujeito em relação aos diversos domínios ou objetos do discurso, o que segundo o nosso entendimento, neste momento ele ocupa com mais frequência a posição de observador e de *absorvedor*, não questionando com a frequência necessária os domínios e os objetos do discurso. Como já foi referido, anteriormente, este sujeito é muito influenciado pelo uso dado à imagem noutros campos discursivos (mídia, marketing e publicidade, etc.), trazendo para o seu discurso educacional sobre o uso destas ferramentas visuais no ensino de Química, enunciados de outros campos discursivos sobre o uso de imagens (publicidade e marketing), como se podem ver nos seguintes enunciados: “*Eu acredito por ser mais marcante para os alunos.*” (**Fala 2**, do Grupo 1), ou “*Causa impacto na primeira impressão dos alunos.*” (**Fala 14**, do Grupo 1).

Esta posição de observador e absorvedor tem sido debatida por alguns autores (SCHÖN, 1992, PASSOS et al., 2006), que defendem a formação (desenvolvimento) de um profissional reflexivo sobre a sua prática pedagógica, com o objetivo de este poder problematizar, compreender e se necessário transformar a sua prática.

De seguida partiremos para a caracterização dos campos associados a estes enunciados sobre o uso de visualizações, ou seja, a ação do interdiscurso. Como, já tivemos oportunidade de mencionar nas análises anteriores, encontramos nas margens dos enunciados proferidos por estes futuros professores, enunciados de outras formações discursivas. Analisando as respostas ao

questionário, verificamos que surgem enunciados da área da pedagogia, por exemplo, na resposta de um aluno à questão 6: *“Para despertar o interesse dos alunos, mantendo os mesmos mais concentrados na aula e para que eles possam desenvolver suas habilidades e percepções do universo micro e macro.”* Esta preocupação com o interesse do aluno sobre o conteúdo da aula provém de práticas pedagógicas que lhe são inculcadas durante a sua formação, em que os modelos de ensino propostos a estes alunos apresentam um forte cunho construtivista. Esta referência ao interesse e motivação dos alunos, é como já foi referido, uma das razões para a utilização dos recursos visuais, é de fato, uma referência constante ao longo de todo o discurso destes futuros professores sobre estas ferramentas. Temos poucas dúvidas, que se esta pesquisa tivesse sido realizada à 20 anos atrás, não teríamos estas referências nos enunciados, estas são regras desta época e deste espaço, em que a pedagogia exerce um forte poder no campo educacional.

É também interessante verificar, uma influência da didática da Química, em enunciados como, por exemplo, *“Deveriam ser. Sem critério, não significam nada. Cada conteúdo, cada turma, cada momento em sala de aula requer um planejamento e uma escolha criteriosa das atividades, para que cumpram seu objetivo.”* (resposta à questão 11 do questionário). Esta preocupação em transformar um conteúdo Químico em conteúdo a ensinar, também está presente nalguns dos enunciados das entrevistas, como, por exemplo: *“Aluno 1: Eu acredito que sim... Vou fugir um pouco da pergunta, no trabalho inteiro a meu ver, a gente tentou utilizar os recursos que nós tínhamos, então, a gente usou figuras, a gente falou, a gente usou o laboratório, agora sim, usar as figuras no primeiro momento, foi sim para dar um start do conceito...”* (**Fala 31** do Grupo 2). Há, como se pode observar neste um enunciado, uma pluridiscursividade, uma coexistência de enunciados de diversas formações, a utilização de diversos recursos, para tornar o conceito compreensível, *ensinável* (Didática), por outro lado, o

poder da imagem, frequentemente abordado no discurso da mídia, ou da publicidade. Estes, enunciados, remetem-nos para alguns domínios não discursivos, por exemplo, nos enunciados em que estes alunos referem o uso de visualizações associado à natureza abstrata da Química, muito presentes nas respostas ao questionário: “*Suponho que seja fundamental em conteúdos abstratos que...*”, ou “*Principalmente em conteúdos que são baseados em modelos.*” ou, ainda “*Conteúdos em que o aluno necessita de uma certa abstração.*” (respostas à questão 4 do questionário), são enunciados em que está presente a instituição em que se encontram a fazer a graduação, que dispõe de recursos que permitiu e *incentivou* aos professores destes alunos a utilização das ferramentas visuais neste contexto de ensino.

A exposição destes futuros professores a este tipo de práticas discursivas e não discursivas durante a sua formação, emerge quer nos discursos destes alunos, quer nas suas próprias práticas enquanto professores. Se eles não fossem alunos de uma instituição com estas características (onde existe uma diversidade de recursos), mas de um outro lugar e de um outro tempo, teríamos outros discursos, outras práticas, outras formas de uso destes recursos visuais.

Aqui neste ponto, também, não podemos deixar de mencionar o poder da indústria informática, em que através do desenvolvimento acelerado da tecnologia desta área, tem posto à disposição dos professores diversas ferramentas visuais (animações, simulações, softwares de modelagem molecular, etc.), com uma formação discursiva muito própria que rapidamente penetrou nos enunciados e nas práticas associadas do campo educacional, como de resto, em toda a sociedade. A escolha de uma visualização com características dinâmicas pelo Grupo 1, para representar um processo químico dinâmico, é uma opção (ou se quisermos uma preocupação), recente, bem patente neste enunciado: “Aluno 3: *A gente tinha uma dissolução do sal, tinha que*

ser uma animação, uma coisa mais dinâmica, tinha que ser...” (**Fala 27** do Grupo 1). Mais uma vez encontra-se aqui bem explícita a temporalidade destes discursos, este enunciado provavelmente só podia ter sido pronunciado, agora, nesta época. Esta “possibilidade” de discurso advém, quer da existência destas ferramentas, quer do enorme poder por elas exercido no interior das práticas não discursivas do campo educacional. Queremos aqui, também, mencionar um dos poucos enunciados típicos do campo da psicologia cognitiva: “Aluno 3: *Acho que servem para fixar melhor também, assim, uma imagem fixa melhor do que se for por palavras, quer dizer a combinação das duas é o ideal, porque tem gente que assimila mais pela...*” (**Fala 24** do Grupo 2).

Queremos neste ponto, apesar de já termos referido anteriormente, salientar a presença frequente de enunciados das práticas discursivas e não discursivas da mídia, do marketing e da publicidade. Como, já tivemos a oportunidade de referir, aparecem com muita frequência nos enunciados destes futuros professores e nas suas práticas não discursivas, referências ao poder da imagem, no sentido de esta ser apelativa, cativante, marcante, captar a atenção, ou ainda, referências mais específicas como, por exemplo: “Aluna 2: *Mas a gente acredita que o movimento tenha algo... fale mais alto aos alunos. Para qualquer pessoa acho que o movimento chama a atenção, por isso, a animação.*” (**Fala 26** do Grupo 1), ou “Aluno 5: *A cor chama mais atenção na hora, assim pela primeira vez do aluno...*; Aluna 2: *É, eu acho que sinceramente, esse mais e esse menos, eles...* ; Aluno 1: *... eles podem nem ter reparado.*” (Falas **186 a 188** do Grupo 1); “Aluna 2: *Acho que a idéia, era impactar mesmo o público.* (**Fala 47** do Grupo 1).

Estas técnicas e estratégias sobre o uso de imagem, bem patentes nos discursos destes campos (mídia, publicidade e marketing), aparecem como forte elemento de poder, que toma

“corpo em práticas e efeitos” no campo educacional e mais especificamente no ensino de Química. Este poder, por vezes, contrapõe-se facilmente ao uso dado inicialmente ao uso de representações na Química (processos de comunicação e criação de heurísticas com o objetivo de previsão de propriedades dos vários entes da Química), atribuindo-se ao uso destes recursos no ensino, formas de uso, muito distintas das formas historicamente concebidas em meados do séc. XIX.

Não poderíamos terminar estas análises dos domínios destes enunciados, sem falarmos da sua intradiscursividade, ou seja, o caráter dialógico dos discursos. A presença do *Outro* no discurso, a polifonia, já defendida por Bakhtin, na qual fica entendido que há inúmeras vozes falando no mesmo discurso, seja porque o destinatário está ali bem presente (o que é o nosso caso, quer no questionário, quer nas entrevistas), seja porque aquele discurso está referido a muitos outros. No questionário, o Outro (a pesquisadora), está presente, embora indiretamente, nas questões que coloca, por isso, verificamos o cuidado que alguns alunos tiveram em responder às questões com enunciados típicos da área da Química e relacionados com os conteúdos desta Ciência. Nas respostas aos questionários que encontramos, por exemplo, o maior número de referências à dimensão submicroscópica da Química, e por consequência, à natureza abstrata dos vários entes da Química, o que já não se verifica nos relatórios das aulas do mini-curso e, com menor frequência nos enunciados da entrevista.

Em relação aos relatórios das aulas do mini-curso e, como já mencionamos, encontramos poucas referências ao uso de visualizações, e as que aparecem nos enunciados destes relatórios, referem mais o aspeto *lúdico* da imagem, do que propriamente o seu papel na aprendizagem. Nos enunciados das respostas às entrevistas, cujas questões, incidiram fortemente sobre as escolhas

dos futuros professores no mini-curso que apresentaram para alunos do ensino médio, verificamos a forte presença do Outro, quer da pesquisadora, quer dos colegas de grupo.

Também, e tal como, já foi referido, encontramos referências a muitos outros discursos (pedagogia, didática, mídia, publicidade, etc.). Neste ponto, salientamos a forte intradiscursividade entre os enunciados produzidos, pelos vários elementos do grupo, ao longo de cada entrevista. A dispersão do sujeito, tão importante nas contribuições de Foucault, não a dispersão física, por se tratarem de várias pessoas, mas as diferentes posições que este sujeito (aluno do curso de graduação da USP), vai ocupando, ora como aluno, ora como professor, produz um acréscimo no caráter dialógico, muito vivo, destes enunciados. Como podemos observar, nos seguintes exemplos:

Fala 120 Aluno 5: Ah!mas pode acontecer... não foi abordado de maneira correta, mas também acredito que a forma como a imagem dá um bom discernimento... aquilo é... uma figura... uma representação.

Fala 121 Aluno 4: Apesar de serem alunos que estão trabalhando com química há 10 meses, então, é muito provável que... é provável que...obviamente falando em provável que eles saibam que tudo que a gente fala na ciência são modelos, nada é o que realmente acontece, nunca será possível provar, que aquilo realmente acontece. Tudo são modelos, então, acho que não é um erro... inclusive nos livros científicos utilizam a frase desse jeito, né, se há a consciência que tudo no caso da química, por exemplo, são modelos para representar os fenômenos microscópicos, então acredito que não seja nenhuma falha, nessa forma.

Fala 122 Pesquisadora: Mas, você pode garantir que todos pensam assim?

Fala 123 Aluno 1: ... é que todos pensem assim...

Fala 124 Aluna 2: O meu maior questionamento em relação a isso, é por mais que eu fale que isso é um modelo...

Fala 125 Pesquisadora: ...mesmo assim...

Fala 126 Aluna 2: ...mesmo assim, nem todos os alunos ...

Fala 127 Pesquisadora: Agora imagine, quando você não diz que é um modelo...

Fala 128 Aluno 4: Será que eles vão prestar muita atenção nessa palavra...

Fala 129 Aluna 2: É se eu falar...

Fala 130 Aluno 4: ... que é um modelo, será que se agente falar que é um modelo...

Fala 131 Aluno 5: Até porque essa definição de modelo não é simples, assim, de simplesmente você falar e ele já saber exatamente. A definição de modelo é um negócio que você tem que discutir, etc., etc...

Fala 132 Aluna 6: É...

Fala 133 Aluno 5: Imagine se você colocar isso toda a aula...

Fala 134 Pesquisadora: Bom, então, você vai-me dizer como é que você faria isso... sem falar toda a aula que aquilo é um modelo.

Fala 135 Aluno 5: É... eu posso usar a palavra modelo, mas toda a aula... se calhar estaria mais correto, mas também acredito que não seja primordial, algo essencial que você tenha de dizer o tempo todo.

Como se pode ver por este enunciado contido nestas falas acerca do papel e da natureza dos modelos em Química, além, de verificarmos que neste caso, o sujeito ocupa majoritariamente a posição de professor, com o poder que a sua formação e experiência lhe dão, ele também procura respaldo para a sua opinião nos “livros científicos”. O discurso dos livros científicos sobre este tema emerge aqui, *dialogando* com este enunciado, dando-lhe suporte. No, entanto, nota-se que em alguns momentos deste discurso (Falas **123 e 126**), o sujeito, tende a ocupar a sua posição de aluno, ou pelo menos a basear-se na sua experiência como aluno.

No exemplo, seguinte, tirado das respostas do Grupo 2, sobre aprendizagem de conceitos errados em Química, os alunos trazem para estes enunciados, uma concepção sobre ciência (empirismo-indutivismo), amplamente difundida no meio acadêmico e presente no discurso educacional que, ainda hoje, influência as práticas dos professores:

Fala 399 Aluno 3: Se você pensa que a Química é uma ciência exata, de repente mais para a frente o aluno vai ver que não faz sentido, né, por causa de conceitos errados lá para trás...

Fala 400 Aluna 2: É, ele vai achar que não entende nada...

Fala 401 Aluno 3: É, como é que é uma ciência exata se não está fazendo sentido agora...

Aqui verificamos mais uma vez, a dinâmica dos enunciados dentro da mesma formação discursiva (educacional), que aparece aqui relacionada com a aprendizagem em Química.

Para terminarmos a nossa análise deste discurso sobre o uso de visualizações no ensino de Química, teremos de caracterizar a materialidade destes enunciados, ou seja, as formas muito concretas com que ele aparece. Segundo Foucault, esta materialidade “ é constitutiva do próprio enunciado: o enunciado precisa de ter uma substância, um suporte, um lugar e uma data. Quando esses requisitos se modificam, ele próprio muda de identidade.” (FOUCAULT, 2000, p. 114). Na nossa pesquisa, optamos por analisar as respostas a um questionário (folha de papel), em que os alunos responderam por escrito, deixando materializadas as suas enunciações acerca deste tema. Este material foi produzido, com o conhecimento deles, para uma pesquisa, e este é o seu *status*, material escrito de pesquisa, se estes enunciados fossem produzidos noutra suporte material e, concordando plenamente com Foucault, não temos dúvidas que a sua *identidade* seria diferente. Muito provavelmente, os referentes, as posições do sujeito e os domínios associados apresentariam algumas alterações. Os relatórios das aulas, também têm um suporte material semelhante, folhas de papel impressas, onde os alunos materializaram os seus enunciados acerca das duas aulas do mini-curso. Estes relatórios fazem parte dos itens de avaliação da disciplina de Metodologia Química II, este é o seu *status*, relatórios escritos para avaliação. Mais, uma vez, se a avaliação neste item fosse oral, com certeza encontraríamos enunciados distintos, dos apresentados neste suporte.

Em relação às entrevistas, inicialmente o suporte usado, foi a fala, a voz, que foi gravada. E aqui, nesta fase, o seu *status* seria material gravado de pesquisa. Posteriormente estas entrevistas foram transcritas e adquiriram o *status* de material escrito de pesquisa. Aqui se coloca a questão, será que esta mudança de suporte material alterou a identidade dos enunciados orais iniciais? Da nossa leitura de Foucault, parece-nos que não. Embora ele considere, como já

referimos, que o suporte material seja um dos requisitos do enunciado, e que a sua mudança provocaria mudanças na identidade dos discursos, ele também nos apresenta algumas exceções:

A enunciação é um acontecimento que não se repete; tem uma singularidade situada e datada que não se pode reduzir. Essa singularidade, entretanto, deixa passar um certo número de constantes – gramaticais, semânticas, lógicas – pelas quais se pode, neutralizando o momento da enunciação e as coordenadas que o individualizam [...]. O tempo e o lugar da enunciação, o suporte material que ela utiliza, tornam-se então indiferentes, pelo menos em grande parte: o que se destaca é uma forma indefinidamente repetível e que pode dar lugar às enunciações mais dispersas. (FOUCAULT, 2000, p.114).

Assim, sendo podemos afirmar, que estas “[...] “pequenas” diferenças não são eficazes para alterar a identidade dos enunciados e para fazer surgir um outro...”(ibidem, p. 115). Este status indica que estes enunciados vão sofrer uma transferência, neste caso para uma dissertação, dado que são material de pesquisa, vão entrar em publicações, vão circular no meio acadêmico, vão se colocar em campos de utilização. Vão ser utilizados, manipulados, decompostos e eventualmente destruídos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resgatando agora as perguntas de pesquisa a que nos propusemos responder com o desenvolvimento deste trabalho, em que tínhamos como preocupação inicial, *identificar* quais as concepções que estes futuros professores apresentavam sobre o uso de visualizações, representações, imagens, seu papel na elaboração conceitual e como desdobramento, averiguar como tem sido abordada esta temática no curso de formação inicial. De seguida, usando o referencial teórico de Michel Foucault, tentamos *localizar* estas concepções dentro de um discurso, histórico e socialmente situado, expondo as regras e as relações de poder que estão dentro do discurso.

Para alcançar estes dois objetivos, foram acompanhadas pela pesquisadora as aulas de uma turma de Metodologia de Ensino de Química II, durante um semestre. Para além da observação de todas as aulas, usamos três instrumentos de coleta de dados, um questionário aplicado a toda a turma, no início do semestre, dois relatórios das aulas de um mini-curso e uma entrevista semi-estruturada a dois grupos de alunos desta turma, cujo enfoque eram as suas próprias práticas durante o mini-curso que apresentaram para alunos do ensino médio na USP.

Após uma análise geral às respostas ao questionário, às entrevistas e aos relatórios de aula, constatamos que neste universo de enunciados, só no relatório do mini-curso do Grupo 1, é associado o termo visualização à teoria Sociocultural de Vygotsky, ou seja, como ferramenta cultural, apesar de termos conhecimento de que esta abordagem foi introduzida no semestre anterior na disciplina de Metodologia do Ensino de Química I. Da mesma forma o conceito de

mediação desenvolvido por James Wertsch também não aparece nos vários discursos recolhidos e muito menos a noção de semiótica. O porquê destas constatações pensamos que se deve ao fato de esta abordagem ser pontual (apenas nesta disciplina) e, de uma forma superficial, como os próprios alunos referiram.

Olhando agora, em separado, para as respostas do questionário, que tinha como objetivo, como já foi referido, resgatar concepções acerca do tema, frequência e tipo de uso destas ferramentas, assim como a contribuição da formação inicial para esta temática, verificamos para esta amostra que estas ferramentas são populares e usadas com frequência. As mais usadas são as imagens estáticas 2D e modelos concretos, só depois as ferramentas virtuais, o que pode ser inicialmente explicado por serem as de mais fácil acesso, ou então se aprofundarmos um pouco, por outra perspectiva, por serem aquelas que se sentem mais confortáveis em usar, ou seja, as que melhor “dominam” ou de que se “apropriaram”.

Constatamos, igualmente, que estas ferramentas são mais usadas em conteúdos de Química que necessitam de abstração (elementos, modelos, modelos atômicos, mecânica quântica, orgânica, orbitais, estruturas, mecanismos, formação de ligações, reações, etc.), o que já era esperado. De acordo com as contribuições de Bakhtin, anteriormente apresentadas, esta constatação vem ao encontro às funções das representações visuais (transmissão de dados e auxílio na produção de significados). Estas representações acabam por conferir uma certa noção de concretude às entidades abstratas, o que se tem mostrado essencial no ensino/aprendizagem de Química. As respostas à sexta questão também confirmam de certa forma esta constatação, o uso de visualizações aparece mais uma vez associado à compreensão de conceitos químicos onde a tridimensionalidade das estruturas está presente. No entanto, para um número significativo de

alunos, o uso destas ferramentas serve para aumentar a concentração, quebrar a monotonia, ou diversificar.

Em relação às questões (sete, dez, onze, doze, treze e quinze) que abordavam as suas concepções teóricas, os alunos mostraram nalguns casos lacunas no conhecimento segundo os referenciais teóricos apresentados e até concepções erradas (FERREIRA; ARROIO, 2009). Do conjunto de respostas a estas questões, ressaltamos desde já que alguns alunos apresentam a noção de que estas representações são cópias ou modelos do real e também verificamos que alguns aparentam não distinguir os processos de obtenção de informação a partir de verbalizações e de visualizações. Salientamos, igualmente, que os alunos relacionam majoritariamente o termo visualização a ferramenta visual e poucos relacionam com a natureza do verbo (visualizar).

Em relação às questões sobre o interesse dos alunos acerca das visualizações (oito e nove), a maioria respondeu que os alunos se mostravam interessados. Os motivos apresentados estão relacionados mais uma vez com a facilidade na compreensão dos entes químicos, aos desvios em relação ao modo tradicional das aulas e ao uso de ferramentas próximas do cotidiano dos alunos (computador, imagens, etc.).

Às questões que abordavam a questão da contribuição da formação inicial (dezasseis e dezassete), os alunos responderam de uma forma geral que estes tópicos foram abordados com pouca frequência e de uma forma muito superficial; atribuem importância a esta área, mas sentem-se pouco preparados para usarem estas ferramentas em sala de aula.

Da audição das entrevistas semi-estruturadas de dois grupos de alunos, retiramos as seguintes conclusões: estes alunos da graduação usam a visualização como ferramenta de auxílio, que eles sabem por experiência própria que vai captar a atenção dos alunos, ao contrário do resultado do questionário anteriormente aplicado (anexo A), aqui (nas entrevistas) eles referem majoritariamente que usaram as visualizações para captar a atenção dos alunos, para fugir das aulas tradicionais e, só depois, devido ao seu valor educacional.

Quando questionados acerca das razões para a escolha das visualizações nos seus minicursos, eles mostraram um fraco conhecimento teórico acerca deste tema, eles não parecem sensíveis ao impacto das visualizações e, por vezes, não as sabem usar de uma forma proveitosa. Das suas respostas, podemos inferir que, em relação ao uso das visualizações, estão mais preocupados com os efeitos externos das visualizações do que com os efeitos internos das visualizações. Eles raramente mencionam o suposto papel das visualizações (externas) nas visualizações internas (modelos mentais), ou da mesma forma, como já foi referido, eles nunca relacionam as visualizações com processos de mediação.

Parece que eles não têm consciência do “poder” das visualizações tal como referem Brigs e Bodner (2007, p.70). Penso que podemos afirmar que, por vezes, eles fazem uso das visualizações de uma forma um pouco “ingênuas”. Isto foi muito visível quando fizeram uso da animação; primeiro, não mencionaram que era uma representação e, segundo, não discutiram com os alunos os códigos e convenções associados à representação. Parecem esquecer que o propósito da visualização e a sua relação com o referente é óbvio para o professor mas, por vezes, pode ser opaco para o aluno (UTTAL; DOHERTY, 2008).

Quando questionados acerca das concepções epistemológicas, ontológicas e axiológicas que estiveram subjacentes ao uso das visualizações, eles mostraram falta de conhecimentos nesta área, e embora alguns elementos tenham respondido afirmativamente a esta questão, não foram capazes de concretizar nenhuma resposta coerente nesta área.

Na questão em que tentávamos conhecer as suas perspectivas acerca do uso simultâneo de informação verbal e visual, verificamos que num dos grupos era claro que com a informação visual deve existir sempre informação verbal de forma a “guiar” a percepção dos alunos. No outro grupo, as opiniões dividiram-se, mas a maioria respondeu que a informação verbal não era necessária, e que poderia até dividir as atenções dos alunos. Um dos alunos afirmava que ela deveria ser complementar, mas quando questionado a desenvolver porquê, não foi capaz de dar uma resposta direta. Segundo Thorndyke e Stasz (1980) e Larkin e Simon (1987), no formato verbal, a informação é apresentada numa sequência linear, enquanto, no formato visual, toda a informação é apresentada simultaneamente ao aluno. Quando a informação é verbal, o processo cognitivo é dirigido pela estrutura do texto, quando a informação é visual, o processamento da informação é dirigido pelo aluno, então é necessário um cuidado adicional na aquisição de informação a partir de informação visual (GOBERT, 2007).

Quando questionados sobre se as visualizações os ajudaram no seu papel de professores e na aprendizagem por parte dos alunos, todos responderam que ‘sim’, em ambas as situações. Em relação aos alunos eles basearam a sua opinião fundamentalmente na sua percepção, embora um grupo tenha mencionado que o questionário que eles aplicaram após o uso das visualizações continha respostas que eles consideraram mais coerentes, o que eles atribuíram ao uso da visualização. Como professores, mencionaram que as visualizações os ajudaram a captar a

atenção dos alunos e tornou visíveis as ‘coisas’ abstratas. Em relação ao uso da animação, eles sentiram necessidade de a usar, como se não soubessem como explicar o processo sem recorrer ao uso da visualização.

Como professores em formação inicial, eles mostram uma natural falta de experiência em lidar com situações inesperadas como, por exemplo, quando abordaram o conceito de molécula, sem se assegurarem que a aluna já tinha adquirido este conceito, e quando se aperceberam deste fato, tentaram resolver a situação com a exemplificação do conceito.

Na última questão acerca dos efeitos de concepções erradas no ensino/ aprendizagem de Química, eles apresentaram as suas opiniões baseadas na sua experiência pessoal, aparentando dificuldades em deslocarem-se para o ponto de vista dos alunos. Eles ainda não são sensíveis à diversidade de alunos presente numa sala e à natureza dos conceitos químicos. Desta análise, podemos afirmar que eles mostram falta de conhecimentos nesta área, quer do ponto de vista das teorias socioculturais que eles abordaram no semestre passado, quer do ponto de vista das teorias da psicologia cognitiva não mostrando nesta área qualquer conhecimento acerca de habilidades de visualização, ou de desenvolvimento de competências metavisuais, ou sequer da necessidade de os alunos deverem conhecer códigos e convenções de representação. Também acreditamos que eles não vêem a visualização como uma metodologia de ensino, mas como uma ferramenta de uso pontual para auxiliar a aprendizagem.

Salientamos, aqui a nossa crença na necessidade de discutir com estes futuros professores em formação inicial, algumas das contribuições recentes da psicologia cognitiva (Teoria da Codificação Dual, Teoria da Aprendizagem por Multímídia, Teoria da Carga Cognitiva, etc.),

anteriormente apresentadas, não com o intuito de formar professores de ensino de Química peritos em psicologia cognitiva, mas por considerarmos que estas teorias trazem importantes aportes, que podem contribuir para que o uso destas ferramentas visuais em sala de aula seja realmente eficaz na aprendizagem.

Finalizando agora, as nossas considerações através do referencial teórico de Michel Foucault em que, procuramos não nos deter em explicações unívocas, fáceis interpretações, o sentido último ou oculto das coisas, mas tentando identificar neste discurso uma prática social, produto de um conjunto complexo de relações sociais, institucionais e de poder. Acontecimentos singulares que, emergem num tempo e num espaço, em que se verifica um mútuo condicionamento entre as práticas discursivas e não discursivas.

O uso de modelos, representações e a sua correspondente visualização (aqui o termo visualização é usado no sentido de atribuir significado) aparece primeiro na Química, enquanto ciência e só depois no ensino. Estas palavras são amplamente usadas quer, no cotidiano, quer no âmbito das várias ciências e do ensino de ciências. No âmbito da ciência e da filosofia da ciência, não existem significados únicos para estas palavras, como já discutido no ponto 3.5 deste trabalho, o que vem contribuir ainda mais para que o seu aparecimento nos enunciados destes futuros professores apareça relacionado a referentes distintos e associados a diferentes domínios.

Historicamente reconhece-se o início do século XIX, como a época em que o uso de símbolos e representações estruturais aparece como uma atividade frequente. A construção da teoria atômica de John Dalton (1766-1844), aparece associada quer à existência de estudos anteriores sobre partículas de Boyle e Newton, quer à excelente articulação que Dalton conseguiu

entre os seus dados experimentais e formas criativas de representações das partículas (VIANA; PORTO, 2007). O caráter heurístico destas formas de representação, também encontra já nesta época um papel determinante na produção do conhecimento, para além, da sua função simbólica em processos de comunicação. Os modelos e as representações mais do que expressam o pensamento químico, são suas unidades constitutivas (GIORDAN, 2007). O contínuo desenvolvimento destas teorias corpusculares da matéria implicou, portanto, o desenvolvimento de novos modelos e novas formas de representar o novo produto da ciência, ou seja, os conhecimentos científicos.

Nesta época (séc. XIX), o uso de visualizações (modelos, representações estruturais, símbolos e fórmulas químicas), estava confinado aos grandes cientistas e professores do mundo acadêmico, a alguns pesquisadores da indústria que dava os primeiros passos, no processo de revolução industrial e algumas publicações científicas. Eram estas as instituições que detinham o poder, era destas posições que se falava do uso de visualizações.

Ao longo do séc. XX, estas formas de uso sofreram algumas modificações, as concepções de Ciência até aí existentes, são fortemente postas em causa, o desenvolvimento da economia, da política, da indústria e, sobretudo dos meios de comunicação (rádio, telefone, televisão, computador, internet), introduzem novas ferramentas e novas formas de uso, deturpam em alguns contextos as formas iniciais de uso, ou seja, do ponto de vista de Foucault, o *arquivo* foi-se modificando, transformou-se e com ele todo o sistema de enunciados e de práticas não discursivas, que passaram a ser novos objetos de discurso, implicando-se mutuamente.

As formas iniciais de uso dos modelos e das representações, ainda hoje são muito utilizadas nas comunidades de pesquisa de Química e de ensino de Química, sobretudo no nível médio e superior, mas reconhecemos o aparecimento de outras. Como podemos observar quer pela análise direta das respostas destes futuros professores, quer utilizando os referentes da análise sugerida por Foucault, as visualizações no ensino aparecem hoje muito relacionadas ao seu caráter lúdico, captando a atenção dos alunos, motivando-os, tornando as aulas mais interessantes. A esta forma de uso, identificamos outra que pensamos poder trazer consequências nefastas para o processo de ensino e aprendizagem de Química e que está relacionado com a influência do realismo na Química. Verificamos nos enunciados destes futuros professores, referências a um realismo ingênuo, na qual se acredita que a realidade existe independentemente da cognição e que as entidades teóricas da Química são reais, porque foram descobertas e descrevem o mundo tal como ele é. A influência das concepções empirista-indutivista, que se supõe que tenham origem nos escritos de Francis Bacon, no séc. XVII (ARRUDA; LABURÚ, 2005), em que o conhecimento científico se origina da observação (ou experimentação, ou medição) sistemática da natureza e que, após comprovação experimental as hipóteses tornam-se verdadeiras e podem então ser consideradas leis. Apesar desta visão de ciência estar filosoficamente ultrapassada, a sua influência ainda se faz sentir, e o seu poder emerge nos enunciados de várias formações discursivas, nomeadamente, na área de ensino de Química.

Muitos dos conteúdos de Química do ensino médio e dos primeiros anos do ensino superior, estão incorporados em modelos realistas, como por exemplo, o modelo de átomo que, é compreendido, como um sistema material, concreto e realista (OKI; MORADILLO, 2008), sendo assim, o uso de visualizações como já referimos anteriormente, aparece também muito associado

ao ensino de conceitos abstratos, *tornando-os reais*, dando muitas vezes uma existência concreta a objetos que existem apenas em teoria.

Tememos que no ensino de Química, se não acontecerem as necessárias mudanças na formação inicial de professores, este jogo de poderes, entre a concepção tradicional de ciência e a nova concepção racionalista-constructivista, continue a ser favorável à visão tradicional de ciência e, no caso específico do uso de visualizações no ensino de Química, este uso seja centrado nos efeitos externos do uso destes recursos (gerar interesse, captar atenção, etc.), acabando por levar os alunos a construir conceitos errôneos em diversos conteúdos de Química, não contribuindo para a formação geral de cidadãos informados, ativos e críticos na sociedade.

Tememos, igualmente, e de acordo com Maldaner, Zanon e Auth (2007), que prevalecendo a racionalidade técnica na formação docente, continuaremos a encontrar uma dicotomia entre teoria e prática com programas de formação cheios de conteúdos acadêmicos e vazios em contextos práticos, ou baseados em práticas esvaziadas de teorias. Apropriando-nos dos termos de Foucault, estas não são boas condições de emergência para o uso de visualizações no ensino de Química. O uso adequado destes recursos exige um conhecimento teórico atrelado a um conhecimento prático.

Outro aspecto que pensamos ser importante salientar, é que estes futuros professores de Química, independentemente da forma de uso que dêem a estas ferramentas visuais, devem ter sempre presente que elas têm uma função importante na elaboração de significados em Química e que, portanto, a sua escolha e o seu uso devem ser cuidadosamente refletidos e embasados nalguns conhecimentos teóricos acerca desta temática. Para que isto aconteça, as teorias

socioculturais apresentadas ao longo deste trabalho devem ser discutidas de uma forma mais consistente e aprofundada no currículo da graduação e devem ser introduzidas as teorias da psicologia cognitiva, de forma a que os alunos, de acordo com Bakhtin, se apropriem destas teorias, ou pela perspectiva de Foucault, para que elas apareçam nos seus enunciados sobre esta temática, fazendo parte dos domínios discursivos e não discursivos dos discursos destes futuros professores sobre a visualização no ensino de Química.

Acreditamos, igualmente que esta pesquisa faz emergir um conjunto de questões encontradas noutros trabalhos sobre esta temática, algumas já apresentadas no ponto 2.3 desta pesquisa, em que, por exemplo, é posta em evidência a necessidade de investir na formação de professores. Nesta pesquisa, destacamos o fato de o uso destas ferramentas não ser algo natural ou intuitivo, existindo uma forte relação entre a forma de uso destas ferramentas e a forma como os professores concebem a natureza e o papel da visualização no ensino de Química.

Através desta trabalho podemos observar o conjunto de condições (sociais, históricas, políticas, etc.) que conduziram ao aparecimento destas concepções sobre o uso de visualizações nestes professores, o que de acordo com o mencionado anteriormente, pode contribuir como ponto de partida para as necessárias mudanças na formação inicial de professores. Salientamos, também que dado o tamanho da amostra, seria interessante alargar este tipo de pesquisa a outras turmas e outras instituições, para obtermos um panorama mais completo das concepções e da formação dos futuros professores de Química acerca desta temática. Este trabalho faz ressaltar, igualmente, a complexidade do tema, desde o conjunto de referenciais que dão embasamento teórico ao tema, a questões relacionadas com o tipo de formação que devem receber os futuros

professores, ou seja, de que forma devem ser introduzidos este conjunto de referenciais teóricos e as formas de uso mais adequadas nos currículos de graduação dos futuros professores.

Creemos também, que esta pesquisa deve ser estendida aos professores em exercício, com o objetivo de diagnosticar como estes concebem a natureza, papel e uso destas ferramentas, para que possamos intervir se necessário na sua formação continuada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROIO, A.; HONÓRIO, K. Images and Computational Methods in Molecular Modeling Education. **Problems of Education in the 21st Century**, 2008. 9, 17-23

ARRUDA, S.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de Ciências. In Roberto Nardi (Org.) **Questões Atuais no Ensino de Ciências**. S. Paulo: Escrituras Editora, 2005. p. 53-60

BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003

BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da Linguagem**. 12ª Edição: HUCITEC, 2006

BARNEA, N. The use of computer-based analog models to improve visualization and chemical understanding. In J.K. Gilbert (Ed.), **Exploring Models and Modelling in Science and Technology Education**. Reading: University of Reading, Faculty of Education and Community Studies, 1997. pp. 145-161

BARNEA, N. Teaching and learning about chemistry and modeling with a computer-managed modeling system. In J.K. Gilbert; C. Boulter (Eds.). **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, 2000. pp. 307-324

BARNEA, N; DORI, Y. J. Computerized Molecular Modeling – The New Technology for Enhancing Model Perception Among Chemistry Educators and Learners. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 2000. 1 (1), pp. 109-120

BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In Roberto Nardi (Org.) **Questões atuais no ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 2005. p. 43-60

BHAWANI, V. Visualization and interactivity in the teaching of chemistry to science and non-science students. **Chemistry Education Research and Practice**, 2008. 10, 62-69

BIZARRO, S. **Internalismo e Externalismo: Um debate em filosofia da mente e da psicologia**. 2000. 116. Dissertação. Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, 1999

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994
- BRASIL, Congresso Nacional. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Presidência da República, 1996. 31p.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 244p.
- BRASIL, Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília: Ministério da Educação/Conselho Nacional da Educação, 2001. 10p.
- BRIGGS M.; BODNER G. (2007). A Model of Molecular Visualization. In John K. GILBERT (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 61-72
- BRUCE Y. P. **Organic Chemistry**. Fourth Edition. New York: Prentice Hall. 2003
- CANNING, D.R.; COX, J. R. Teaching the structural nature of biological molecules: molecular visualization in the classroom and in the hand of students. **Chemistry Education and Practice in Europe**, 2001. 2 (2), 109-122
- CAZDEN, C. B. **The language of teaching and learning**. 2^a ed. Portsmouth, USA: Heinemann, 2001
- COLE, M. **Cultural Psychology: A once and a future discipline**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1996
- CHAPMAN, V. L. Inexpensive space-filling molecular models useful for VSPR and symmetry studies. **Journal of Chemical Education**, 1978. 55 (12), p. 798-799
- CHRISTOPHERSON, J.T. **The growing need for visual literacy at the university**. Paper presented at the 28th annual conference "Visionquest: Journeys towards Visual Literacy" of the International Visual Literacy Association, Cheyenne. Wyoming, 1997

CROOK, C. Young children's skill in using a mouse to control a graphical computer interface. **Computers and Education**, 1996. 19, p. 199-207

DORY, Y. J.; BARAK, M. Virtual and physical molecular modeling: fostering model perception and spatial understanding. **Educational Technology and Society**, 2001. 4(4), p.295-305

DORY, Y. J.; BARNEA, N. In-service chemistry teachers training: the impact of introducing computer technology on teacher's attitudes and classroom implementation. **International Journal of Science Education**, 1997. 19, p.577-592

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

DUIT, R.; TREAGUST, D.F. Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. **International Journal of Science Education**, 2003. 25, p.671-688.

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.

ERIKSON, F. Qualitative research methods for science education. In: Fraser, B. J.; Tobin, K. J. (Orgs.). **International Handbook of Science Education**, Part one, Kluwer Academic Publishers. 1998

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 Visualization in Chemistry Instruction. **Problems of Education in the 21st Century**, 2009. 16, p.48-53

FISCHER, R. B. Foucault e a análise do discurso em educação. **Cadernos de pesquisa**, 2001. n° 114, p. 197-223

FOUCAULT, M. **A Arqueologia do saber**. Rio de Janeiro: Forense, 2000

GABEL, D. Improving teaching and learning through chemical education research: a look to the future. **Journal of Chemical Education**, 1999. 76, p.548-554.

GALAGOVSKY, L.; GIACOMO, M. A.; CASTELO, V. Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, 2009. Vol. 8, N°1.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, 2001. 19, 2, p.231-242.

GALAGOVSKY, L.; BEKERMAN, D. La Química y sus lenguajes : un aporte para interpretar errores de los estudiantes. Enviado a **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, 2008

GENTER, D.; GENTER, D. R. Flowing waters or teeming crowds: mental models of electricity. In: Genter D. and Stevens, A. L. (Eds). **Mental Models**. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1983. p. 99-129

GENTER, D.; STEVENS, A. L. **Mental models**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. 1983

GILBERT, J. K. Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 9-27

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, 2008. p.1-2.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. Positioning models in science education and in design and technology education. In J. K. Gilbert; C. J. Boulter (Eds.), **Developing Models in Science Education**. Dordrecht: Kluwer, 2000. pp. 3-18

GIORDAN, M. **Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências**. Ijuí: Unijuí, 2008

GIORDAN, M. Introdução à Representação Estrutural em Química. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 2007. 7 (12)

GOBERT, J. D. Leveraging Technology and Cognitive Theory on Visualization to Promote Pupils' Science Learning and Literacy. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. p.73-90.

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Pierce para compreender a representação. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 2007. 7 (12)

GOODSTEIN, M.; HOWE, A. The use of concrete methods in secondary chemistry instruction. **Journal of research in Science Teaching**, 1978. 15 (5), p.361-366

GRECA, I. M. Algumas metodologias para o estudo de modelos. In Santos, F.; Greca, I. (Eds.) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2007

GUNSTONE, R.F. The importance of specific science content in enhancement of metacognition. In P.J.Fensham, R. F. Gunstone e R.T. White (Eds.) **The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning**, London: Falmer, 1994. p.131-146

HEARNSHAW, H. Psychology and displays in GIS. In H. Hearnshaw; D. J. Unwin (Eds.) **Visualization in Geographic Information Systems**. Chichester: Wiley, 1994. pp. 193-211

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

JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental Models**. Cambridge, M.A.: Harvard University Press, 1983

JOHNSON-LAIRD, P.N. Images, models, and propositional representations. In M. de Vega, M. J. Intons-Peterson, P.N. Johnson-Laird, M. Denis, e M. Marschark (Eds.), **Models of visuoespacial cognition**, New York: Oxford University Press, 1996. pp. 90-127

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

JONES, L. L; JORDAN, K. D.; STILLINGS, N. A. Molecular visualization in chemistry education: the role of multidisciplinary collaboration. **Chemistry Education Research and Practice**, 2005, 6 (3), 136-149

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, 2002. 24: 4, p.369-387.

KALYUGA, S.; CHANDLER, P.; SWELLER, J. Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. **Applied Cognitive Psychology**, 1999. 13, p.351-371.

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

KOZMA, R.; RUSSELL J. Assessing Learning from the Use of Multimedia Chemical Visualization Software. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Springer, 2007b. p. 299-332

LARKIN, J. H.; SIMON, H. A. Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. **Cognitive Science**, 1987. 11, p. 65-99.

LÓPEZ, J. C. P.; BARRIGA, J. F. R. Procesamiento conjunto de linguagem e imagens em contextos didáticos: Una aproximación cognitiva. **Anales de Psicología**, 2005. 21, 1, p. 129-146

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986

MAGNANI, L., NERSESIAM, N.; THAGARD, P. **Model-based reasoning in scientific discovery**. New York: Kluwer and Plenum, 1999

MALDANER, O. **A Formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 1ªed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2000

MALDANER, O.; ZANON, L.; AUTH, M. Pesquisa sobre educação em Ciências e formação de professores. In Santos, F.; Greca, I. (Eds.) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí, RS: Ed.: Unijuí, 2007

MAYER, R. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001

MAYER, R.; MORENO, R. A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. **Journal of Educational Psychology**, 1998. 90 (2) p. 312-320.

MAYER, R.; MORENO, R. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and Instruction**, 2002. 12 (1) p.107-119.

McGREW, L. A. Stereoscopic projection in the Chemistry classroom. **Journal of Chemical Education**, 1972. 49 (3), p.195-199.

MEHAN, H. **Learning Lessons**. Cambridge, USA: Harvard Press, 1979

MILLER, G.A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity to process information. **Psychological Review**, 1956. 63, 81-97)

MINK, L. O. Narrative form as a cognitive instrument. In R.H. Canary; H. Rozicki (Eds.). **The writing of history: Literary form and historical understanding**. Madison: University of Wisconsin Press, 1978. p. 129-149

MORGAN, M. S.; MORRISON, M. **Models as Mediators**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Meaning making in secondary science classroom**. 1. ed. Maidenhead: Open University Press/McGraw Hill, 2003.

NCSA Access Center U.S. **Workshop: Molecular Visualization in Science Education**. Arlington, Virginia, 2001: <http://pro3.chem.pitt.edu/workshop> . Acesso Janeiro/10

OKI, M.; MORADILLO, E. O Ensino da História da Química: Contribuindo para a Compreensão da Natureza da Ciência. **Ciência & Educação**, 2008. v. 14, nº 1, p. 67-88

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

PASSOS, C.; NACARATO, A.; FIORENTINI, D.; MISKULIN, R.; GRANDO, R.; GAMA, R.; MEGID, M.; FREITAS, M.; MELO, M. Desenvolvimento profissional do professor que ensina Matemática: Uma meta-análise de estudos brasileiros. **Quadrante**, 2006. vol nº1 e 2

PIERCE, C. **Semiótica**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2005

PRAIA, J. & CACHAPUZ, F. **Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria**. Projeto PCED 38/91, Instituto de Inovação Educacional, Aveiro: Mimeo, 1993.

RAPP, D. N. Mental Models: Theoretical issues for visualizations in science education. In J. K. Gilbert (Ed.) **Visualization in Science Education**. Holland: Springer, 2007. pp. 43-60

RAPP, D.; KURBY, C. The 'Ins' and 'Outs' of Learning: Internal Representations and External Visualizations. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.) **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, 2008. p.29-52.

REINER, M. The Nature and Development of Visualization: A Review of what is known. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Holland: Springer, 2008. p. 25-27.

ROBERTS, R. M.; TRAYNHAM, J. G. Molecular geometry: as easy as blowing up balloons. **Journal of Chemical Education**, 1976. 53 (4), p.233-234.

ROBLYER, M. D.; BENNETT, E. K. The fifty literacy: research to support a mandate for technology-based visual literacy in pre-service teacher education. **Journal of Computing in Teacher Education**, 2001. 17, p.8-15.

RUSSELL, J. W.; KOZMA, R. B.; JONES, T.; WYKOFF, J. Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. **Journal of Chemical Education**, 1997. 74 (3), p.330-334.

SANTOS, F., GRECA, I. Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, 2005. Vol. 4 N°1.

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. 269- 300.

SCHNETZLER, R.; ARAGÃO, R.M.R. (Orgs.). **Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens**. Campinas: R. Vieira. Ed., 2000. p. 82-98

SCHNOTZ, W. An integrated model of text and picture comprehension. In R.E. Mayer (Ed.), **Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 49-69

SCHNOTZ, W.; BANNERT, M. Construction and interference in learning from multiple representation. **Learning and Instruction**, 2003. 13 (2), 141-156

SCHNOTZ, W.; KÜRSCHNER, C. External and internal representations in the acquisition and use of knowledge: visualization effects on mental model construction. **Instructional Science**, 2008. 36: 175-180

SEDDON, G. M.; ENIAIYUJU, P.A. The understanding of pictorial depth cues, and the ability to visualize the rotation of three-dimensional structures in diagrams. **Research in Science and Technological Education**, 1986. 4(1), p.29-37

SEDDON, G. M.; SHUBBER, K. E. Learning the visualization of three-dimensional spatial relationships in diagrams at different ages in Bahrain. **Research in Science and Technological Education**, 1985. 3(2), p.97-108

SHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000

SHÖN, D. Formar professors como profissionais reflexivos. In A. Nóvoa (Ed.), **Os professores e a sua formação**. Lisboa: D. Quixote, 1992. p. 79-91

STERNBERG, R.J. **Cognitive psychology**. Forth Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers. 1996

SWELLER, J. **Cognitive Load Theory: A Special Issue of Educational Psychologist**. LEA, Inc. London, 2003. 38 (1)

TASKER, R.; DALTON, R. Research into practice: visualization of the molecular world using animations. **Chemistry Education Research and Practice**, 2006. 7(2), p.141-159

TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G. Chemistry: a matter of understanding representations. In: Dr Stefinee Pinnegar (Ed.). **Subject-Specific Instructional Methods and Activities**. New York: Elsevier, 2001. Vol. 8, pp. 239-267.

THORNDYKE, P.; STASZ, C. Individual differences in procedures for knowledge acquisition from maps. **Cognitive Psychology**, 1980. 12, 137-175.

TUCKEY, H.; SELVARATNAM Studies involving three-dimensional visualization skills in chemistry. **Studies in Science Education**, 1993. 21, p. 99-121.

UTTAL, D.; O'DOHERTY, K. Comprehending and Learning from 'Visualizations'. In J. K. Gilbert, M. Reiner, M. Nakhleh (Eds.) **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Holland: Springer, 2008. p. 53-72.

VIANA, H.; PORTO, P. O Processo de Elaboração da Teoria Atômica de John Dalton. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 2007. 7 (12)

VOSNIADOU, S. Capturing and modeling the process of conceptual change. **Learning and Instruction**, 1994. 4: p.45-69

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Martins Fontes: S. Paulo, 2009

VYGOTSKY, L.S. The instrumental method in psychology. In: Wertsch, J. V. (org.). **The concept of activity in Soviet psychology**. New York: ME Sharp Pub., 1891, p.134-143

WARTOFSKY, M. **Models**. Dordrecht: D. Reidel, 1973

WELLS, G. **Dialogic inquiry**. Cambridge, USA: Cambridge Univ. Press, 1999

WERTSCH, J. **La mente en acción**. Argentina : Aique, 1999

WERTSCH, J.V. **Vygotsky e a formação social da mente**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1988

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.

WU, H.; SHAH, P. Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning. **Science Education, Inc.**, 2004. 88: p. 465-492.

YAMANA, S. An easy constructed bicapped trigonal prism model. **Journal of Chemical Education**, 1989. 66 (12), p.1022

ANEXO A

Inquérito Visualização no ensino de química

Objectivo: Dado o frequente e extenso uso dado pelos professores/educadores a ferramentas de visualização no ensino, pretendemos com este inquérito saber qual a sua opinião acerca do uso de visualizações e simultaneamente que concepções têm acerca destas novas ferramentas de ensino, para desenvolvimento de uma tese de mestrado que tem como objetivo final tentar contribuir para uma melhor compreensão por parte dos professores acerca do que é a visualização, para que o seu uso em sala de aula se torne cada vez mais rotineiro e eficaz.

1. Nas suas aulas recorre à utilização de visualizações no ensino de química?

2. Se respondeu negativamente à questão anterior, indique por que motivo(s).

3. Se respondeu afirmativamente à questão 1, indique qual a frequência (raramente, frequente, muito frequente).

4. Em que tipo de conteúdo de química costuma recorrer a ferramentas visuais?

5. Que tipo de ferramentas visuais costuma usar nas suas aulas (imagens estáticas, modelos, animações, simulações, vídeo, filmes, etc.)?

6. Por que motivo recorre ao uso de visualizações na sala de aula?

7. O que entende por visualização?

8. Qual é a receptividade dos alunos às ferramentas visuais que introduz nas suas aulas?

9. 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.

10. Você acha que os alunos precisam de alguma habilidade específica para aprender com a utilização de imagens?

11. A escolha das visualizações usadas na sala de aula é efetuada segundo algum(s) critério (s)? Em caso afirmativo, indique quais.

12. O que é para você uma imagem?

13. Encontra alguma razão especial para o uso frequente de modelos no ensino de Química?

14. Já leu alguma literatura acerca do tema visualização? Qual?

15. O que entende por capacidades de visualização?

16. 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?

17. 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)?

ANEXO B

Roteiro de entrevista do Grupo 1

1. Por que decidiram recorrer ao uso de visualizações no vosso mini-curso?
2. Que tipo de visualizações escolheram?
3. Qual(ais) o(s) critério(s) que estiveram subjacentes à vossa escolha?
4. A escolha da visualização esteve embasada com alguma concepção de natureza epistemológica, ontológica ou axiológica?
5. Consideram que o tipo e a quantidade de visualizações foram adequados aos vossos objetivos?
6. As visualizações usadas serviram para ilustrar, ou continham em si alguma informação?
7. Consideram que o uso de visualizações deve estar enquadrado com a informação escrita? Por quê?
8. Acreditam que as visualizações usadas auxiliaram na aprendizagem dos alunos? Em que dados se baseiam para responder a esta questão?
9. E em relação ao professor, sentiram que o uso das visualizações de alguma forma auxiliou o vosso papel de professor? Por quê?
10. No caso concreto do vosso mini-curso, quando abordaram a obtenção do sal de cozinha usaram uma sequência de três imagens não acompanhadas de uma descrição oral ou escrita adequada dos processos existentes entre cada uma das etapas representadas nas imagens. O que acham que os alunos construíram mentalmente, naquele momento acerca daquelas transformações?
11. No decurso do mini-curso um de vocês refere “O etanol é uma molécula” sem recurso a qualquer elemento visual ou qualquer questionamento no sentido de averiguar se ela atribuiu algum significado a este conceito. O que é que vocês acham que a aluna “imaginou”, ou seja, *que modelo mental* terá ela recuperado (se é que possuía algum) da sua memória, no momento em que vocês introduzem esta identidade abstrata do mundo sub-microscópico da química?
12. No vosso mini-curso vocês usam algumas vezes a seguinte expressão “Está vendo?!” apelando para a abstração do aluno em relação a determinado assunto. Como vocês podem ter a certeza de que aquilo que o aluno visualizou internamente é aquilo que vocês queriam que ele “imaginasse”?

13. Que consequências vocês acham que resultam da construção de conceitos errôneos por parte dos alunos no processo de ensino/aprendizagem em química?

ANEXO C

Roteiro de entrevista do Grupo 2

1. Por que decidiram recorrer ao uso de visualizações no vosso mini-curso?
2. Que tipo de visualizações escolheram?
3. Qual(ais) o(s) critério(s) que estiveram subjacentes à vossa escolha?
4. A escolha da visualização esteve embasada com alguma concepção de natureza epistemológica, ontológica ou axiológica?
5. Consideram que o tipo e a quantidade de visualizações foi adequada aos vossos objetivos?
6. As visualizações usadas serviram para ilustrar, ou continham em si alguma informação?
7. Consideram que o uso de visualizações deve estar enquadrado com a informação escrita? Por quê?
8. Acreditam que as visualizações usadas auxiliaram na aprendizagem dos alunos? Em que dados se baseiam para responder a esta questão?
9. E em relação ao professor, sentiram que o uso das visualizações de alguma forma auxiliou o vosso papel de professor? Por quê?
10. No final da segunda aula do vosso mini-curso um de vocês refere “Vamos apresentar um vídeo que mostra o que acontece quando se coloca sal dentro da água...”. De acordo com esta introdução, o que é que vocês acham que os alunos podem ter “imaginado” acerca da realidade deste fenómeno?
11. Na animação apresentada sobre a dissolução do sal, o que é que vocês acham que os alunos identificaram como sendo a estrutura cúbica formada por bolinhas verdes e brancas?
12. Na mesma animação, que significado é que vocês acham que os alunos atribuíram aos sinais + e – que apareciam nas bolinhas brancas e verdes respetivamente?
13. Acham que os alunos relacionaram corretamente os símbolos químicos (NaCl) com os modelos (as bolinhas) escolhidas para os representar? E no caso da água?
14. Que significado é que acham que os alunos terão atribuído a uma imagem em que aparece uma bola verde rodeada de vários conjuntos de bolas vermelhas e brancas e uma bola branca rodeada igualmente de vários conjuntos de bolas vermelhas e brancas, mas com direcionamentos diferentes?

15. Que consequências vocês acham que resultam da construção de conceitos errôneos por parte dos alunos no processo de ensino/aprendizagem em química?

ANEXO D

Transcrições

Grupo 1

Fala 1 Pesquisadora: Então, boa noite a todos! A minha primeira questão é geral como já vos disse. Por que decidiram recorrer ao uso de visualizações no vosso mini- curso? Por que decidiram usar imagens? Quem quer começar primeiro?

Fala 2 Aluno 1: Eu acredito por ser mais marcante para os alunos.

Fala 3 Pesquisadora: Só vos peço para falarem com uma voz mais clara, porque isto não é a melhor coisa para gravar o som.

Fala 4 Aluno 1: Eu acredito por ser um pouco mais marcante para os alunos. A gente tinha um projeto que tinha de ser um pouco diferente, tinha de seguir a linha daquilo que a gente estudou, e recorreu ao uso de imagens, algo que a gente viu bastante e os alunos gostam e, assim, pelo menos apresenta alguns resultados bons.

Fala 5 Pesquisadora: Portanto você falou em marcante, os alunos gostam, mais opiniões.

Fala 6 Aluna 2: Pra motivar, né, foi o primeiro recurso que a gente utilizou para motivar, para conquistar os alunos e chamar a atenção deles, foi a primeira ideia que a gente teve.

Pesquisadora: E porque é que vocês acham que os motiva? Por quê é que vocês acham que os conquista?

Fala 7 Aluna 2: Pelo fato de ser um vídeo, de chamar a atenção deles. E aí a gente introduziu o assunto a partir daquele vídeo, vai despertar uma curiosidade neles, por exemplo foi aquilo que a gente pensou. Ah! o que tem haver esse vídeo com aquilo que a gente vai aprender. Gera um interesse. Foi a nossa concepção ao princípio quando a gente escolheu utilizar o vídeo.

Fala 8 Pesquisadora: Ok! Motivar, mais alguma opinião?

Fala 9 Aluno 3: Quando aparece alguma coisa que você gosta, o pessoal vai prestar a atenção. A gente precisa disso. No início, a gente precisa que eles prestem atenção nalguma coisa, depois a gente desenvolve o nosso trabalho.

Fala 10 Pesquisadora: Apelativo?

Fala 11 Aluno 3: Isso.

Fala 12 Pesquisadora: Vocês acham então as imagens apelativas, cativantes?

Fala 13 Aluna 2: Nesse caso foi.

Fala 14 Aluno 4: Causa impacto na primeira impressão dos alunos. Quando a gente chegou aqui a primeira coisa que a gente colocou foi o vídeo, não era o que estavam esperando.

Fala 15 Pesquisadora: Ok! E que tipo de visualizações escolheram no vosso trabalho? [silêncio] Querem uma ajuda? Eram animações, simulações? Eram imagens estáticas, eram imagens a três dimensões?

Fala 16 Aluno 1: Eram um videoclip e um noticiário e uma animação a três dimensões.

Fala 17 Aluno 5: Não sei se o caso da groselha entra nessa...

Fala 18 Pesquisadora: Entra...

Fala 19 Aluno 5: Foi uma visualização deles...

Fala 20 Pesquisadora: Concreta... algo concreto. Vocês têm os virtuais, os softwares por exemplo geram imagens virtuais, mas por exemplo vocês também podem usar modelos, objetos concretos. E, quais os critérios que estiveram subjacentes às vossas escolhas, ou seja, porque é que escolheram este tipo de visualizações e não outras?

Fala 21 Aluna 2: Eu acho que calhava com o tema, era o que a gente precisava, era alguém dando uma notícia, então, não tinha como ser uma animação o primeiro vídeo. E acho que a animação era justamente porque representa os átomos, então, não tinha como não ser uma animação.

Fala 22 Aluno 1: Como a gente queria mostrar isso...

Fala 23 Pesquisadora: Mas por exemplo, vocês podiam ter usado um modelo estático...

Fala 24 Aluna 2: É.

Fala 25 Pesquisadora: Um modelo concreto de bolinhas.

Fala 26 Aluna 2: Mas a gente acredita que o movimento tenha algo... fale mais alto aos alunos. Para qualquer pessoa acho que o movimento chama a atenção, por isso, a animação.

Fala 27 Aluno 3: A gente tinha uma dissolução do sal, tinha que ser uma animação, uma coisa mais dinâmica, tinha que ser...

Fala 28 Pesquisadora: Porque a própria dissolução é ...

Fala 29 Aluno 3: Dinâmica!

Fala 30 Pesquisadora: Dinâmica. Ok!

Fala 31 Aluno 5: Acho que é recorrente. É difícil algum aluno que não tenha visto, por exemplo, o caso do Michael Jackson nos últimos dias, então, foca um pouco do que eles estão vendo.

Fala 32 Pesquisadora: Isso, você está-se a referir ao trecho do vídeo clip no começo.

Fala 33 Aluno 5: Isso, do começo.

Fala 34 Pesquisadora: Ok! Outra pergunta: O Tipo e a quantidade de visualizações foi adequada aos vossos objetivos? Poderiam ter colocado mais visualizações? Não eram necessárias? O tipo de visualizações usadas foi o adequado?

Fala 35 Aluno 1: No tempo, pelo número de pessoas, acho que foi suficiente. Foi tudo planejado, foi tudo legal.

Fala 36 Pesquisadora: Mais alguma opinião? [Silêncio] Todos concordam? [alguns alunos acenam com a cabeça, indicando que sim]

Fala 37 Pesquisadora: Outra questão. A escolha das vossas visualizações, quer o trecho inicial do vídeo clip, quer a notícia, quer a animação no fim, esteve embasada com alguma concepção de natureza epistemológica, ontológica ou axiológica? [Silêncio] Querem que eu traduza isto tudo? [Risos]. Do ponto de vista da epistemologia, a origem dos conhecimentos que estavam a ser tratados, veiculados em cada uma daquelas visualizações está de acordo com as vossas concepções de ciência, de origem desse conhecimento. Lembram-se de um texto que discutimos, se vocês acreditam que a ciência vem diretamente da natureza através da observação, ou se é construída pelo homem, estas são duas concepções epistemológicas que nós discutimos. Qual a origem do conhecimento, se ele é construído pelo homem, ou se ele vem diretamente da natureza? Pensaram nisto quando escolheram e mostraram aquelas imagens?

Fala 38 Aluna 2: Naquele momento quando a gente colocou a notícia que era para levantar a pergunta do porquê que ele morreu, o que é que aconteceu, acho que leva a nossa concepção de ciência, o que a gente pensa que é ciência, né, a gente enriquece com essas perguntas, então, acho que está de acordo.

Fala 38a Pesquisadora: E ontologicamente? O que eu quero dizer com isto é: a natureza do conhecimentos que estavam a ser transmitidos em si, isto é, se os conhecimentos que estavam a ser transmitidos eram claros, eram coerentes, se estavam de acordo com o ponto de vista científico, ou que é aceite cientificamente. Portanto, verificaram se a mensagem que era veiculada nas imagens, era clara, era cientificamente correta, ou seja, a natureza do conhecimento, vocês tiveram isso em consideração quando escolheram e mostraram aquelas visualizações?

- Fala 39** Aluno 3: Penso que sim...
- Fala 40** Pesquisadora: Sim? E do ponto de vista axiológico, ou seja, do ponto de vista dos valores contidos naquelas imagens. Por exemplo, continha valores religiosos? Quando vocês passaram as imagens, vocês pensaram nisso?
- Fala 41** Aluno 1: No nosso caso não.
- Fala 42** Aluno 5: Acho que a gente não teve esse problema, eram trechos curtos...
- Fala 43** Pesquisadora: Mas a minha questão é: pensaram nisso previamente?
- Fala 44** Aluno 5: Se a gente percebesse isso...
- Fala 45** Aluna 2: A gente percebeu o que ficava de cada imagem... o que significa esse vídeo.
- Fala 46** Pesquisadora: Por exemplo, a notícia fala nitidamente do uso de drogas, vocês pensaram no impacto dos valores que são transmitidos.
- Fala 47** Aluna 2: Acho que era a ideia, era impactar mesmo o público.
- Fala 48** Aluno 5: Acho que estava um pouco disfarçado, era remédios, a droga veio um pouco depois...
- Fala 49** Pesquisadora: Mas continha...
- Fala 50** Aluno 5: É...
- Fala 51** Pesquisadora: Há ali um valor moral subjacente...
- Fala 52** Aluna 2: Agora entendi. Acho que era essa mesma a ideia, puxar através da notícia...
- Fala 53** Pesquisadora: Mas a minha questão é se vocês pensaram nestas questões antes de mostrarem aos alunos.
- Fala 54** Aluno 4: Esta questão da droga sim...
- Fala 55** Pesquisadora: Ok! Outra pergunta: as visualizações usadas serviram para ilustrar, ou continham em si alguma informação? Vocês usaram as imagens só para ilustrar ou elas continham alguma informação?
- Fala 56** Aluno 1: A animação principalmente continha informação, já o videoclip foi ilustração, a notícia foi... havia... foi bastante ilustrativa, porém havia informação na parte da overdose de medicamentos.
- Fala 57** Pesquisadora. Ok!
- Fala 58** Aluno 3: Foi um iniciador, a notícia foi iniciadora para nós começarmos a discussão.
- Fala 59** Pesquisadora: Sim, mas perceberam a minha pergunta se continha informação, se o vosso objetivo era fazer passar alguma tipo de informação, ou se era só para ilustrar.
- Fala 60** Aluno 1: A primeira (visualização) era para ilustrar, a segunda para começar a pensar, a terceira para informar.
- Fala 61** Pesquisadora: Ok! Consideram que o uso de visualizações deve estar enquadrado com informação escrita?
- Fala 62** Aluna 2: Necessariamente?
- Fala 63** Pesquisadora: Sim. Em qualquer tipo de uso de visualizações, se estiver, enfim... a visualização deve estar enquadrada com a informação escrita? Tem de haver um relacionamento, um enquadramento entre as duas coisas?
- Fala 64** Aluna 2: Penso que no caso, não necessariamente...
- Fala 65** Aluno 5: No nosso caso... não...
- Fala 66** Aluno 1: O videoclip não tinha nenhum relacionamento. Nós pensamos que não necessariamente.
- Fala 67** Pesquisadora: Não necessariamente. E por quê?
- Fala 68** Aluno 1: E por quê teria de ter?

Fala 69 Aluno 3: A gente não pensou nisso quando a gente montou, assim...tem que estar relacionado diretamente com a parte escrita, ou seja, nós conseguimos fazer que não estivesse relacionado...

Fala 70 Pesquisadora: Não acham, então, importante?

Fala 71 Aluna 2: Foi mais a visualização para depois a gente discutir, ficou mais só na parte oral mesmo. Em nenhum momento a gente não pediu nada escrito, nem tinha...

Fala 72 Pesquisadora: Não, com a informação escrita que é dada simultaneamente com as visualizações.

Fala 73 Aluna 2: Ah!

Fala 74 Aluno 3: Ah! Isso sim, se ela serve para ilustrar alguma coisa, acho que tem que estar relacionado. Aí, por exemplo no vídeo, pra motivar, sei lá pra... acho que não é preciso, mas para você explicar alguma coisa, para explicar algum fenômeno, tem que estar relacionado sim.

Fala 75 Pesquisadora: O que você está a dizer é: quando há o objetivo de transmitir informação...

Fala 76 Aluno 3: Sim, é... por exemplo na dissociação do sal, não tinha nada que eles estivessem acostumados a ler, a gente só quis mostrar pra eles como acontece, pra eles verem, pra eles tentarem imaginar o que acontece mesmo.

Fala 77 Aluna 2: Acho que esse caso entra mais para imagens estáticas, aí sim a escrita se faz mais necessária, que nem ali (aluna aponta para a parede) a foto e a escrita por baixo, a escrita está na imagem.

Fala 78 Pesquisadora: Não necessariamente, a escrita pode estar ao lado...

Fala 79 Aluna 2: Ao lado, mas enfim, acho que não entra no nosso caso...

Fala 80 Aluna 6: É talvez perca o foco se você tem uma imagem e uma escrita, talvez você não consiga direcionar, se você olha a imagem ou se você olha a escrita...

Fala 81 Pesquisadora: Por isso, é que a minha pergunta é: se a imagem deve estar enquadrada com a informação escrita?

Fala 82 Aluno 1: É eu acho que sim... tem que ter relação...

Fala 83 Pesquisadora: Já vos estou a induzir na resposta...

Fala 84 Aluno 5: Eu acho que não...

Fala 85 Aluna 2: Na minha opinião não há necessidade...

Fala 86 Pesquisadora: Ok! É a vossa opinião. Acreditam que as visualizações usadas auxiliaram na aprendizagem dos alunos?

Fala 87 Vários alunos: Sim...

Fala 88 Pesquisadora: Em que dados se baseiam para responder a esta questão?

Fala 89 Aluno 1: Um dos motivos seria a dissolução do sal, seria muito difícil você conseguir a... é possível você conseguir descrever isso, porém, com a imagem, fica mais fácil, principalmente para os alunos que ainda não têm um raciocínio abstrato, ou seja, não conseguem passar..., ou seja, com a imagem ele consegue isso mais facilmente, imaginar pelo menos... é....

Fala 90 Pesquisadora: Vou ajudar você... o que você quer dizer é que aquelas entidades abstratas ficam, enfim, num nível mais concreto, com as imagens você consegue mais facilmente fazê-lo chegar aos modelos que você quer...

Fala 91 Pesquisadora: Mas em que outros dados se baseiam para responderem que sim?

Fala 92 Aluno 1: No nosso caso nós tivemos um questionário antes do vídeo e também houve uma discussão pós-vídeo. Antes do vídeo, analisando as respostas antes do vídeo, eram totalmente diferentes das respostas pós-vídeo. As respostas pós-vídeo ficaram muito mais coerentes e muito mais de acordo com aquilo que a gente esperava, ou com o conceito mais aceito, por isso, é que a gente acredita que ajuda.

Fala 93 Pesquisadora: Ok! E em relação ao papel do professor, vocês acham que o uso de visualizações de alguma forma auxiliou o vosso papel?

Fala 94 Aluna 2: Sim...

Fala 95 Pesquisadora: Por quê? [risos]

Fala 96 Aluno 3: Todos os recursos que são utilizados, né... quando você ensina algum conceito auxiliam...

Fala 97 Pesquisadora: Supostamente...

Fala 98 Aluno 3: ...é, então, o vídeo é um recurso, é auxilia... ele...

Fala 99 Pesquisadora: A minha pergunta é: muitas vezes nós planeamos, pensamos que as coisas vão resultar e depois chegamos à conclusão que não funcionou...

Fala 100 Aluno 3: ...é auxiliou...

Fala 101 Pesquisadora: Portanto a minha pergunta é: durante o vosso mini-curso sentiram que o uso daquelas imagens vos ajudou enquanto professores?

Fala 102 Aluno 3: É principalmente na animação foi totalmente necessário, acho que seria muito mais difícil explicar...

Fala 102a Aluno 5: Acho que serve também um pouco para o aluno, é ... por exemplo no caso da groselha, ele obviamente sabia que se você colocar mais num copo vai ficar mais escura, e se colocar menos noutro copo vai ficar menos escura, mas se ele tem ali vendo no dia, ele vai parar por um instante e reflectir sobre isso. Assim, é uma oportunidade que ele tem que muitas vezes quando está em casa, ele acaba não refletindo, pensando nas condições, nas coisas e ali você abre uma oportunidade pra ele, preparando ele pra isso, entendeu? Ele já vendo, ele estuda, ele olha e fala, puxa é mesmo, vamos analisar com calma aqui, então, o que eu tou vendo.

Fala 103 Pesquisadora: Ok! Agora a pergunta seguinte, basicamente, vocês já responderam: no caso concreto do vosso mini-curso, iniciaram a primeira aula com um videoclip e um trecho de uma notícia, por que decidiram usar estas ferramentas para iniciar o vosso mini-curso?

Fala 104 Pesquisadora: De uma forma simples, posso resumir...

Fala 105 Vários alunos: O primeiro foi motivação...

Fala 106 Aluna 2:...o segundo foi para gerar uma pergunta e o terceiro (a animação) para explicar uma coisa.

Fala 107 Pesquisadora: Ok! No final da segunda aula do vosso mini-curso, um de vocês refere: vamos apresentar um vídeo que mostra o que acontece quando se coloca sal dentro da água. Estão a lembrar-se disto... Agora prestem atenção, de acordo com esta introdução, o que é que vocês acham que os alunos podem ter imaginado acerca da realidade deste fenómeno. [silêncio]

Fala 108 Aluna 2: Não entendi...

Fala 109 Alunos 1e 5: Não entendi...

Fala 110 Pesquisadora: Eu vou repetir, um de vocês diz: “vamos apresentar um vídeo que mostra o que acontece quando se dissolve sal em água”. Portanto, vocês disseram aqueles alunos que, aquilo que eles iam ver, era o que acontece...

Fala 111 Aluno 3: Que... não era uma representação...

Fala 112 Aluna 2: Ah!...

Fala 113 Pesquisadora: Era aqui que eu queria chegar... qual é, desculpem... não queria dizer que isto é uma crítica... mas, qual é a falha, que ele já apontou?

Fala 114 Aluna 2: Devíamos ter deixado bem claro...

Fala 115 Vários alunos: ... que era uma representação.

Fala 116 Pesquisadora: Portanto, agora, perante a vossa afirmação, o que é que vocês acham que eles imaginaram?

- Fala 117** Aluna 2: Que aquilo era uma fotinha do que está acontecendo lá dentro [risos].
- Fala 118** Pesquisadora: O que vocês acham que alguns devem ter imaginado?
- Fala 119** Aluno 3: Que aquilo era uma filmagem microscópica, demos um zoom na água, naquele negócio... e aquilo aconteceu.
- Fala 120** Aluno 5: Ah!mas pode acontecer... não foi abordado de maneira correta, mas também acredito que a forma como a imagem dá um bom discernimento... aquilo é... uma figura... uma representação.
- Fala 121** Aluno 4: Apesar de serem alunos que estão trabalhando com química há 10 meses, então, é muito provável que... é provável que...obviamente falando em provável que eles saibam que tudo que a gente fala na ciência são modelos, nada é o que realmente acontece, nunca será possível provar, que aquilo realmente acontece. Tudo são modelos, então, acho que não é um erro... inclusive nos livros científicos utiliza a frase desse jeito, né, se há a consciência que tudo no caso da química, por exemplo, são modelos para representar os fenômenos microscópicos, então acredito que não seja nenhuma falha, nessa forma.
- Fala 122** Pesquisadora: Mas, você pode garantir que todos pensam assim?
- Fala 123** Aluno 1: ... é que todos pensem assim...
- Fala 124** Aluna 2: O meu maior questionamento em relação a isso, é por mais que eu fale que isso é um modelo...
- Fala 125** Pesquisadora: ...mesmo assim...
- Fala 126** Aluna 2: ...mesmo assim, nem todos os alunos ...
- Fala 127** Pesquisadora: Agora imagine, quando você não diz que é um modelo...
- Fala 128** Aluno 4: Será que eles vão prestar muita atenção nessa palavra...
- Fala 129** Aluna 2: É se eu falar...
- Fala 130** Aluno 4: ... que é um modelo, será que se agente falar que é um modelo...
- Fala 131** Aluno 5: Até porque essa definição de modelo não é simples, assim, de simplesmente você falar e ele já saber exatamente. A definição de modelo é um negócio que você tem que discutir, etc., etc...
- Fala 132** Aluna 6: É...
- Fala 133** Aluno 5: Imagine se você colocar isso toda a aula...
- Fala 134** Pesquisadora: Bom, então, você vai-me dizer como é que você faria isso... sem falar toda a aula que aquilo é um modelo.
- Fala 135** Aluno 5: É... eu posso usar a palavra modelo, mas toda a aula... se calhar estaria mais correto, mas também acredito que não seja primordial, algo essencial que você tenha de dizer o tempo todo.
- Fala 136** Pesquisadora: Ok! Na animação apresentada sobre a dissolução do sal, o que é que vocês acham que os alunos identificaram como sendo a estrutura cúbica formada por bolinhas verdes e brancas.
- Fala 137** Aluna 2: O que eles identificaram...?
- Fala 138** Pesquisadora: ... como sendo aquela estrutura cúbica contruída por bolinhas verdes e brancas.
- Fala 139** Aluna 2: É, falaram que era o sal... então...
- Fala 140** Aluno 1: É, a gente não deixou o vídeo correr e acabou, a gente foi...
- Fala 141** Aluno 5: É, que o sal é NaCl...
- Fala 142** Pesquisadora: Mas aquela estrutura cúbica representa exatamente o quê?
- Fala 143** Alunos 1e 3: Os cristais de sal...

Fala 144 Pesquisadora: Os cristais... um cristal de sal... aquela estrutura cúbica representa um cristal de sal, portanto, o que é que vocês acham que eles imaginaram que aquilo era? Vocês não disseram que aquilo era um cristal de sal.

Fala 145 Aluno 1: A gente não falou?

Fala 146 Pesquisadora: Não, na altura não, mais tarde a palavra cristal foi abordada, mas não disseram diretamente que aquela estrutura cúbica representava um cristal de sal, portanto, a minha pergunta é: o que é que vocês acham que eles identificaram naquela estrutura cúbica?

Fala 147 Aluna 6: Eu não consigo imaginar outra coisa, sem que eles pensem que tenha sido o próprio sal...

Fala 148 Aluno 3: É, sei lá se alguém pensou nisso...

Fala 149 Aluno 4: Talvez algo maior que um cristal...

Fala 150 Aluna 6: É talvez um cristal... talvez tenham pensado no sal...

Fala 151 Aluno 4: É, mas foi um erro que a gente teve, na primeira aula...

Fala 152 Pesquisadora: Eu só estou a perguntar o que é que vocês acham que eles devem imaginado que era aquela estrutura cúbica? Vocês têm que se deslocar um pouco para o ponto de vista dos alunos.

Fala 153 Aluna 6: É, isso eu não consigo pensar o que ele poderia imaginar...

Fala 154 Alunos 1 e 4: Um pouco de sal...

Fala 155 Alunos 2 e 5: Não um cristal, um pouco de sal...

Fala 156 Aluno 3: Acho que eles nem prestaram atenção ao fator cúbico...

Fala 157 Pesquisadora: Mas, era o que estava na imagem...

Fala 158 Aluno 3: Sim, mas acho que uma quantidade de sal num conjunto de NaCl...

Fala 159 Aluno 5: Até porque havia muitos detalhes envolvidos, por exemplo era uma ou duas moléculas de água envolvendo aquele cristal de sal, quando na verdade são várias, isso também vai dos vídeos que a gente tem disponível.

Fala 160 Pesquisadora: Ok! Outra pergunta: na mesma animação que significado é que acham que eles atribuíram aos sinais mais e menos que apareciam nas bolinha brancas e verdes respectivamente?

Fala 161 Aluno 5: É, não sei se eles chegaram a atribuir alguma coisa, né...

Fala 162 Pesquisadora: ... mas elas estavam lá, com os sinais mais e menos em cada uma das bolinhas...

Fala 163 Aluno 1: Isso, não foi falado no vídeo?

Fala 164 Pesquisadora e vários alunos: Não...

Fala 165 Aluna 2: Dado que eles já são alunos do 1ºano, eles já tinham idade para ter conhecimento do que são íons, então...

Fala 166 Aluno 1: Mesmo que não tivessem, eles apenas iriam ver que seriam átomos diferentes, ou seja, eles não saberiam distinguir se o Cl era o menos ou mais, mas a função seria do vídeo não seria prejudicada...

Fala 167 Pesquisadora: Eu não estou a dizer isso, eu só estou a dizer, ou a perguntar para vocês, o que é que vocês acham, uma vez que a imagem tem aquela informação...

Fala 168 Aluno 3: Para distinguir um do outro...

Fala 168 Aluno 1: Se eles nunca tivessem visto íons, ou o conceito de íons, eles apenas iriam visualizar que são símbolos...

Fala 170 Pesquisadora: Deixa-me fazer uma pergunta: como é que você sabe?

Fala 171 Aluno 1: Então, se eles não tivessem visto o conceito de íons...

Fala 172 Pesquisadora: Você tem a certeza que eles já falaram...

Fala 173 Aluno 1: Eu nem sei se eles viram ou não. A gente...

Fala 174 Aluna 6: ... só supôs...

Fala 175 Aluno 1: É, só supôs, a gente não foi buscar essa informação, ou seja, caso eles tivessem esse conceito de íons, isso, daí não haveria problema, caso não tenham tido... aprendido, é simples, é mais uma denotação de átomos diferentes.

Fala 176 Pesquisadora : Ok!

Fala 177 Aluno 5: Mesmo que eles não tenham visto, um dia eles vão ver, um dia vai ter esse conteúdo, e se eles retomam essa imagem, eles falam: oh! agora com aquela imagem que eu vi naquele tempo, esse conteúdo que eu tou vendo aqui faz um pouco de sentido...entendeu...

Fala 178 Aluno 1: Foi exatamente isso que eu estava a falar, no curso que é, é importante voltar nas informações e, aí sim, ir complementando, para chegar num ideal, e é isso, acho que eles não precisam de saber de tudo que está naquela imagem, que nem eles já saberiam... não, vê entende o conceito que aconteceu. O nosso objetivo, o que a gente queria mostrar era mostrar pra eles, para um dia eles poderem retomar...

Fala 179 Aluno 5: É, e um dia que você tiver dando aquela aula, você retoma o vídeo, “ oh! vocês repararam que aqui tinha um mais, e aqui tinha um menos”, mostra o vídeo de novo, retomando.

Fala 180 Aluno 3: Por que... será que era o momento de discutir aquilo...

Fala 181 Aluno 1: De falar de íons!? Será que a gente não podia fugir?

Fala 182 Pesquisadora: Não sei, vocês é que apresentaram uma imagem, com sinais de mais e de menos.

Fala 183 Aluno 3: Na minha opinião, não, acho que ia fugir um pouco e acabar confundindo os alunos...

Fala 184 Aluna 6: É por isso que a gente nem abordou esse detalhe...

Fala 185 Aluna 2: É, porque aquela visão de disponibilidade dos vídeos... também, os vídeos contêm informação além do que a gente queria tratar... esses mais e esses menos, por exemplo, não tem como modificar isso.

Fala 186 Aluno 5: A cor chama mais atenção na hora, assim pela primeira vez do aluno...

Fala 187 Aluna 2: É, eu acho que sinceramente, esse mais e esse menos, eles...

Fala 188 Aluno 1: ... eles podem nem ter reparado.

Fala 189 Aluno 5: Pode ter passado despercebido para alguns, outros podem ter notado, não a maioria, esses alguns que notaram, com certeza vão conseguir retomar, concerteza sim, né...

Fala 190 Aluna 2: A cor é muito forte eu acho...

Fala 191 Pesquisadora: Ok! Acham que os alunos relacionaram corretamente os símbolos químicos Na e Cl, com os modelos, as bolinhas verdes e brancas?

Fala 193 Aluno 5: É que corretamente envolve bastante aspetos...

Fala 194 Aluna 2: A gente não verificou isso com eles depois para saber...

Fala 195 Aluna 6: Sinceramente a gente não abordou isso, nessa questão, a gente perguntou: “vocês entenderam o que é que acontece então quando o sal entra em contato com a água, então, a gente não abordou nesse nível pra saber se eles entenderam corretamente o que significa cada um.

Fala 196 Aluna 2: É, porque já não era o objetivo inicial passar o vídeo, a gente só colocou por causa das dúvidas deles, então, já era uma coisa a mais que eles estavam vendo, claro que entrar nesse nível seria muito melhor, mas não dava, nem cabia...

Fala 197 Aluno 5: Mas eu acredito que cabe quando a gente entrar nesse assunto...

Fala 198 Aluna 2: É, depois... se tivesse mais tempo.

Fala 199 Pesquisadora: A mesma questão para a água, vocês disseram: “ isto aqui representa a água”, e era uma bolinha vermelha com duas bolinhas brancas, também, não fizeram qualquer

menção à fórmula química da água, não relacionaram. Esteve no vosso... enfim, subconsciente, ou... consciente, não fazer essa relação?

Fala 200 Aluno 1: Isso...

Fala 201 Aluna 2: Não, naquele momento.

Fala 202 Pesquisadora: Ok! Que significado é que vocês acham que os alunos terão atribuído a uma imagem em que aparece: uma bola verde rodeada de vários conjuntos de bolas vermelhas e brancas e, uma bola branca rodeada, igualmente, de vários conjuntos de bolas vermelhas e brancas, mas com direcionamento diferentes.

Fala 203 Aluno 1: Nesse caso, nesse detalhamento, a gente não chegou, nem a questionar os alunos, é difícil...

Fala 204 Aluna 6: ...nem a discutir dentro do grupo, qual seria o...

Fala 205 Aluna 2: Eu acho que aqui eles percebem que há uma diferença, é uma coisa que eu... pelo quando eu era aluna, me colocando no lugar de aluna, eu veria que tá invertido, é diferente, acho que isso fica, mas não tem como afirmar se foi isso que ficou ou não...

Fala 206 Aluna 6: Também ninguém questionou nada, a gente não pode afirmar, se eles tiveram dúvidas se eles prestaram atenção nessa questão, assim...

Fala 207 Aluna 2: Como aluna eu veria que tem uma diferença, talvez...

Fala 208 Pesquisadora: E, eles...

Fala 209 Aluna 2: Talvez, não sei se eles viram.

Fala 210 Pesquisadora: Ok! Última pergunta: Que consequências é que vocês acham que resultam da construção de conceitos errôneos ou errados por parte dos alunos no processo ensino/aprendizagem de química?

Fala 211 Aluna 2: Que consequências...?

Fala 212 Pesquisadora: Sim, quando eles interiorizam conceitos errados.

Fala 213 Aluna 2: Quando eles interiorizam...

Fala 214 Pesquisadora: ...no seu processo de aprendizagem, imaginem que eles a partir de uma explicação do professor, a partir de uma imagem, a partir de uma leitura que eles façam individualmente, eles ficam com um conceito errado, entendem mal qualquer estrutura, enfim, modelo atômico, seja lá o que for, modelos moleculares... Que consequências é que vocês acham que isso traz para o ensino e aprendizagem na área de química?

Fala 215 Aluno 5: Eu sei que você leva isso, né, se você entende algo errado, pelo menos eu, muitas vezes já aconteceu. Você entende um negócio errado, você vai levar isso aí por anos, né, na graduação...

Fala 216 Pesquisadora: E, que consequências é que isso traz?

Fala 217 Aluno 5: É, você erra na prova. [Risos] Talvez... pensando em consequências mais...

Fala 218 Aluno 4: Aconteceu-me uma coisa muito engraçada, porque eu vim com conceitos errados do ensino médio, atravessei quase toda a minha graduação inteira, comecei a trabalhar com aula, e eu só fui pensar nisso, na hora em que eu fui ensinar, preparando minha aula, eu vi nossa, e atrapalhou...

Fala 219 Pesquisadora: Que consequências é que trouxe para si, ao longo do seu percurso?

Fala 220 Aluno 3: Levando...

Fala 221 Aluno 4: Não, pode falar...

Fala 222 Aluno 3: Levando em conta que tem de ter interdisciplinaridade, de que se divide para ficar mais fácil, mas o pensamento é um só, então vai atrapalhar também o entendimento de outras coisas.

Fala 223 Pesquisadora: Sem dúvida, mas eu vou-me só referir mesmo à parte da Química.

Fala 224 Aluna 2: Depende do conceito, né. Dependendo do conceito, pode comprometer todo ensino de química.

Fala 225 Pesquisadora: Então, imaginando que é um conceito chave, sei lá, modelo atômico...

Fala 226 Aluna 2: Pode comprometer todo o ensino de química, dependendo do que ele entendeu de errado, é muito particular eu acho...

Fala 227 Aluno 5: É, eu não sei se chega a comprometer todo o ensino...

Fala 220 Aluna 6: É, eu também não sei se compromete, vê o exemplo dos dois (aluno 4 e 5), eles chegaram agora e viram que estavam errados, mas modificaram, comprometeu um pouco a vida deles...??

Fala 228 Aluno 4: É, só atrapalhou momentaneamente, no meu caso...

Fala 229 Aluno 4 e 5: Deu mais trabalho...

Fala 230 Aluna 2: É, eu não sei... mas se o aluno não perceber o que é um átomo e qual a diferença para uma molécula, acho que isso pode comprometer todo o ensino dele de Química e nunca confrontar isso. Agora, tem coisas que tudo bem, que ele talvez nunca nem perceba que entendeu errado e ele pode estar a aprender outros conceitos e aquele errôneo, vai continuar...

Fala 231 Pesquisadora: Ok! Então, partindo do princípio que é um conceito importante, isso vai trazer consequências a que nível?

Fala 232 Aluno 5: Importante...[risos]

Fala 233 Aluno 1: Depende da necessidade dele...

Fala 234 Aluno 5: É, se for um conceito importante, uma hora ele vai confrontar com alguma coisa que ele está a estudar e você vai ter que rever...

Fala 235 Aluna 6: É, ...

Fala 236 Aluno 5: ... mas assim, é ruim isso, mas não consigo imaginar...

Fala 237 Aluna 6: ... consequências...

Fala 238 Aluno 5: ...é uma consequência, que não seja, por exemplo, um erro numa prova, num vestibular, ou numa discussão, ou até mesmo dando aula, você pode errar, você tá levando um conceito errôneo...

Fala 239 Aluna 6: ...é você pode estar propagando o erro...

Fala 240 Aluno 4: ... no seu trabalho.

Fala 241 Pesquisadora: E, se você não percebe que está errado, mesmo quando já é professor?

Fala 242 Aluna 2: Você vai passar errado.

Fala 243 Aluna 6: Você vai propagar...

Fala 244 Pesquisadora: Você vai propagar...mais alguma opinião?

Fala 245 Aluno 5: É uma situação delicada...[silêncio]

Fala 246 Pesquisadora: Obrigado, pelo vosso tempo, espero que também vos tenha ajudado a refletir sobre algumas coisas.

Grupo 2

Fala 1 Pesquisadora: Primeira pergunta: por quê decidiram usar visualizações no vosso minicurso? Por que usaram imagens, recursos visuais?

Fala 2 Aluna 2: Por quê?

Fala 3 Pesquisadora: Sim, por quê. [silêncio]

Fala 4 Aluna 2: Acho que a gente estava procurando uma forma de ter um primeiro contato, sem que fosse, muito... que indicasse diretamente o que a gente estava querendo, como a gente estava procurando concepções prévias, a gente não queria que fosse nada...

- Fala 5** Aluno 3: ... que já demonstrasse o conceito em si.
- Fala 6** Aluna 2: ... isso.
- Fala 7** Aluno 3:... que só desse um *start*...
- Fala 8** Aluna 2: ... e como de repente falando, a gente podia de certa forma induzir, ou já dizer aquilo que a gente queria ouvir, a gente optou por imagens e pedir para que eles falassem o que aquela imagem trouxesse...
- Fala 9** Aluna 4: Principalmente as imagens relacionadas ao dia-a-dia deles...
- Fala 10** Aluno 3: ... ao cotidiano...
- Fala 11** Aluna 4: ... o sal, o café, então, assim... imagens que estivessem relacionadas com os processos que a gente gostaria de falar no mini-curso e que estivessem também [...] desses alunos.
- Fala 12** Aluno 3: Então, é o seguinte de que maneira as figuras... é, facilitou para a gente, dando um início, a gente queria conversar com eles os conceitos e sem que entregasse todo o conceito, acho que de repente nós só falasse-mos ficaria num tom mais vago ainda...
- Fala 13** Aluna 2: ... isso...
- Fala 14** Aluno 5: É, e também pela aplicabilidade do conceito, né, também... são situações problema, são sequências...[silêncio]
- Fala 15** Pesquisadora: Ou seja, vocês consideram que as imagens são mais apelativas, é isso?
- Fala 16** Aluna 2: ...mais apelativas?
- Fala 17** Pesquisadora: Causam mais impacto?
- Fala 18** Aluna 2: ... do que uma fala?
- Fala 19** Pesquisadora: Sim?
- Fala 20** Vários alunos: Sim.
- Fala 21** Aluno 6: Acho que para introduzir os alunos num tema, as imagens serão mais suaves, acho eu, não sei...
- Fala 22** Pesquisadora: Vocês é que usaram as imagens... [risos]
- Fala 23** Aluno 6: É, acho que é isso... quer dizer...
- Fala 24** Aluno 3: Acho que servem para fixar melhor também, assim, uma imagem fixa melhor do que se for por palavras, quer dizer a combinação das duas é o ideal, porque tem gente que assimila mais pela...
- Fala 25** Aluna 2: Acho que a gente não acabou usando...acho que a gente não escolheu uma coisa ou outra, a gente quis ter as duas, né, a gente colocou a imagem, mas também queria...
- Fala 26** Aluno 3: É, a fala... porque...
- Fala 27** Aluna 2: A gente não queria que dependesse completamente dela (fala)...
- Fala 28** Aluna 4: É exatamente...
- Fala 29** Aluno 6: Em qualquer aula tem de haver...o ideal é existir as duas coisas...
- Fala 30** Aluno 3: Porque tem gente que tem a memória mais auditiva e outros têm uma memória mais visual, a gente tentou contemplar os dois grupos, assim...
- Fala 31** Aluno 1: Eu acredito que sim... Vou fugir um pouco da pergunta, no trabalho inteiro a meu ver, a gente tentou utilizar os recursos que nós tínhamos, então, a gente usou figuras, a gente falou, a gente usou o laboratório, agora sim, usar as figuras no primeiro momento, foi sim para dar um *start* do conceito...
- Fala 32** Aluna 2: Pra gente puxar alguma informação da cabeça deles... e seria trazer algumas informações que a gente imaginava que tinha, de repente uma imagem iria conseguir fazer isso melhor do que simplesmente uma pergunta...
- Fala 33** Aluno 1: ... do que falando...

Fala 34 Aluno 6: Mas, isso está-se a referir à utilização das imagens não só nesta aula, mas em geral?

Fala 35 Pesquisadora: Não, neste caso estou-me só a referir ao mini-curso.

Fala 36 Aluno 6: Ah! certo.

Fala 37 Pesquisadora: Por que é que vocês recorreram ao uso de visualizações no vosso mini-curso? O que é que contêm para vocês as visualizações de especial que os levou a escolher e a usá-las?

Fala 38 Aluna 2: É, eu acho que continuo nessa de trazer alguma lembrança, de fazer de alguma forma através da imagem o aluno lembrar de situações que...

Fala 39 Aluno 3: ... a imagem é um facilitador para a gente conseguir levantar as ideias prévias deles...

Fala 40 Aluna 2: ...isso, foi um facilitador.

Fala 41 Aluno 3: As imagens, as figuras...

Fala 42 Aluna 2: Como a gente estava querendo mesmo concepções prévias e não queria definir nada, né, a gente não queria que eles olhassem aquilo e saíssem com uma frase pronta, era só para lembrar, puxar pela informação da cabecinha deles, então de repente uma imagem...

Fala 43 Pesquisadora: Que tipo de visualizações escolheram? Eu ajudo-os, eram imagens estáticas, imagens virtuais, modelos concretos, animações, vídeos, simulações. Que tipo de visualizações vocês escolheram?

Fala 44 Alunos 3 e 1: Foram só as estáticas.

Fala 45 Pesquisadora: Imagens estáticas. E quais os critérios que estiveram subjacentes à vossa escolha? Porque é que só escolheram imagens estáticas? E porque é que as escolheram?

Fala 46 Aluna 2: Eu acho que a gente queria... mostrou imagens em momentos, acho que foi em dois momentos, né?

Fala 47 Aluno 1: ... no começo...

Fala 48 Aluna 2: ... no começo e na segunda aula quando a gente explicou a destilação.

Fala 49 Aluno 1: ... mas ainda teve com a mesma...era a mesma abordagem, o mesmo momento...

Fala 50 Aluno 1: E porquê estático e não movimento?

Fala 51 Pesquisadora: Pois, que critérios? Por que é que vocês pensaram naquelas imagens...

Fala 52 Aluno 1: Uma, imagino pela simplicidade e pela facilidade em conseguir montar o esquema que a gente queria, né, foi... acho que é mais fácil, pelo menos naquele momento em que a gente queria discutir, era mais fácil escolher algumas imagens. A gente falou assim, vamos escolher algumas imagens que demonstrem uma sequência...

Fala 53 Aluna 4: Até mesmo o processo...

Fala 54 Aluno 1:... e não um vídeo e não uma animação...

Fala 55 Vários alunos: ... é isso...

Fala 56 Aluno 1: ... vamos escolher as figuras... pela facilidade...

Fala 57 Aluna 2: ... é uma coisa simples, né...

Fala 58 Aluno 1: ...é, uma coisa, assim...

Fala 59 Aluna 2: ... a gente precisava que fossem coisas bem simples, então, de repente o movimento não ia fazer diferença naquela hora...

Fala 60 Aluno 1: Tanto que a gente não usou nenhum vídeo na verdade durante a nossa apresentação inteira...

Fala 61 Vários alunos: Não...

Fala 62 Aluna 2: E também na destilação, nesse momento a gente quis mostrar umas coisas, queria que as imagens, aí sim a gente queria mostrar um certo processo, no começo a gente acabou colocando, mas não era a ideia o processo...

Fala 63 Aluna 4: ... isso...

Fala 64 Aluna 2: ... é até o professor comentou durante a apresentação, mas na destilação como a gente ia ter a apresentação do esquema lá da aparelhagem a gente também não quis deixar só por conta das imagens, né, a gente não se preocupou tanto assim, que aquilo através das imagens fosse tudo explicado...

Fala 65 Aluno 1: ... não...

Fala 66 Aluna 2: ... a gente sabia que ia ter alguma [inaudível], ia ter o laboratório...

Fala 67 Aluna 4: ... é...

Fala 68 Pesquisadora: Vocês dão-me só um minuto, acho que acabou qualquer coisa... é a cassete, é isso, vou só mudar de cassete...Portanto, vocês estavam a tentar explicar qual foi o critério, porque é que usaram imagens estáticas e não imagens com movimento, ou virtuais por exemplo. Tiveram algum cuidado, pensaram previamente nessa escolha ou, basicamente acharam que aquelas imagens serviam, ou seja, houve algum cuidado mais, enfim, especial, ou não, nesse sentido?

Fala 69 Vários alunos: Não, acho que não.

Fala 70 Aluno 1: A gente só pensou vamos usar figuras simples para montar a sequência e, gostamos da ideia e acabou.

Fala 71 Pesquisadora: Ok! Pergunta seguinte, a escolha das visualizações, das imagens que vocês usaram esteve embasada com alguma concepção de natureza epistemológica, ontológica ou axiológica vossa?

Fala 72 Vários alunos: Oh! O que é isso... nossa.. [risos]

Fala 73 Pesquisadora: Em termos epistemológicos, ou seja, a vossa concepção de ciência, a origem da ciência e no fundo do conhecimento se é, enfim, dentro daquelas teorias do indutivismo, do empirismo, ou se é racionalista-construtivista, aqueles conceitos, aquelas informações que foram passadas nas imagens que vocês usaram, vocês antes de as passarem para os alunos pensaram de estavam de acordo com as vossas concepções de ciência e da forma como ela é obtida.

Fala 74 Aluna 2: Não, tanto que a gente até...

Fala 75 Aluno 1: ... tomou na cabeça...

Fala 76 Aluna 2: É, a gente na apresentação, a gente...é o professor falou, de que de repente por não ter pensado muito bem, a gente se enrolou no começo...

Fala 77 Aluna 4: ... é o exemplo do sal, será que todas aquelas imagens foram suficientes, eram necessárias...

Fala 78 Aluna 2: ... é...

Fala 79 Pesquisadora: E o conteúdo que elas transmitiam, está de acordo com a vossa concepção do que é que é ciência? [silêncio] Pensaram pelo menos nisso quando as escolheram?

Fala 80 Aluna 2: Não...

Fala 81 Pesquisadora: Isso esteve presente...

Fala 82 Aluna 2: Eu não...acho que é até pode ter pensado noutros momentos, não neste.

Fala 83 Aluna 4: Não...

Fala 84 Aluno 1: Não... só do processo em si, do que a gente queria demonstrar...

Fala 85 Aluna 2: Nesse momento a gente não pensou nas concepções de ciência... no resto pode...

Fala 86 Aluno 1: ... que de repente podia dar uma enrolada e embutir essa ideia da construção, mas...

Fala 87 Aluna 2: É, eu acho que a gente pensou bastante na forma... como desenvolver o curso em cima disso mas, inclusive o tema a gente discutiu bastante e essa questão das concepções da ciência, mas nas imagens não...

Fala 88 Aluno 1: ... nas imagens não.

Fala 89 Pesquisadora: E em termos ontológicos, ou seja, em termos da informação contida em cada uma das imagens, se ela era clara, se ela era coerente, se está de acordo com os princípios científicos. Do ponto de vista da informação, por si só, que estava a ser transmitida em cada imagem, vocês tiveram algum cuidado, houve alguma observação...

Fala 90 Aluno 3: ... teve o problema do sal, que tinha uma imagem a mais, né...

Fala 91 Aluna 2: ... acho que todas, né...

Fala 92 Aluno 3: ... é teve algumas sequências que teve imagens a mais, né, como no caso do sal...

Fala 93 Aluna 2: ... acabou dispersando um pouco.

Fala 94 Pesquisadora: Ou seja, consideram que o conteúdo não era adequado?

Fala 95 Aluna 2: Pra gente era óbvio, a gente olhava aquilo e imediatamente viu o que queria e só na aula a gente viu que não foi bem assim, né...

Fala 96 Aluno 3: ... foi também falha na hora de direcionar, também, pode ter sido que na hora de direcionar os alunos a olhar a sequência a gente pode ter pecado um pouco nisso...

Fala 97 Aluna 4: Ou, também na própria escolha... se a gente tivesse escolhido uma só e trabalhado melhor nisso...

Fala 98 Aluna 2: É, como aquela coisa que você não queria falar do processo de ensacamento do sal...

Fala 99 Aluna 4: ... isso...

Fala 100 Aluna 2: ... porque é que você mostrou o sal dentro do saquinho...

Fala 101 Pesquisadora: E do ponto de vista axiológico, do ponto de vista dos valores que possam ou não estar vinculados em cada uma das imagens. Quando se pergunta isto, normalmente, estamos a referir a se há valores, por exemplo políticos, religiosos... A minha pergunta é em cada uma das imagens que vocês escolheram, neste caso eram todas estáticas, tiveram o cuidado de observar o que é que aquela imagem transmitia, se havia algum valor ali a transmitir, ou transmitido pela imagem e se está de acordo com os vossos valores?

Fala 102 Aluno 3: Mais ou menos, porque a gente tomou o cuidado de não escolher nenhuma imagem, assim que tivesse alguma, sei lá, uma cena meio...

Fala 103 Aluno 6: ... mas imagino que se tivesse...

Fala 104 Aluna 2: ... mas o café tinha marca...

Fala 105 Aluno 1: ...é exatamente, mas acho que seria mais pela questão do bom senso, a gente não iria colocar uma imagem que de repente pudesse trazer algum tipo de contradição...

Fala 106 Aluno 3: ... obscena...

Fala 107 Aluna 2: ...é, acho que eram imagens limpas...

Fala 108 Aluno 1: ... é mas, pra gente e pensando na gente, sim, aquilo lá não faria efeito nenhum em relação a religiosidade, política ou algo do tipo, agora não sei se de repente outras pessoas poderiam enxergar...

Fala 109 Aluna 4: ... ou então como ela mesmo falou, tinha marcas, o café tinha marca, marca de sal, não sei se de certa forma a gente induziu isso, mas não foi o nosso intuito...

Fala 110 Alunos 2 e 1: ... é não foi...

Fala 111 Aluna 2: ... mas essa história das marcas...

Fala 112 Aluna 4: Isso...

Fala 113 Aluno 1: Mas a gente quis utilizar isso, mais pelo conhecimento, são marcas conhecidas...

Fala 114 Aluna 2: Mas a gente não procurou marca, é verdade, de repente é mais fácil você achar...

Fala 115 Aluno 1: ... com algo reconhecido...

Fala 116 Aluna 2: ... mas pensando, acho que a gente estava mais preocupado com o processo do que com as imagens...

Fala 117 Aluno 1: ... claro que se tivesse o anti-cristo e o *Demacedo*, a gente ia pensar bem...

Fala 118 Aluno 3: A gente usou o bom senso pra...

Fala 119 Aluno 1: ... ou sei lá o Lula de um lado...

Fala 120 Aluna 2: ... ou alguém tomando um café, concerteza que a gente não colocaria...

Fala 121 Aluno 1: ... é isso, se é realmente essa a pergunta.

Fala 122 Pesquisadora: É, é nesse sentido, se vocês tiveram consciência se havia algum valor a ser transmitido e...

Fala 123 Aluna 2: Acho que se a gente tivesse visto...

Fala 124 Pesquisadora: ... mas pensaram nisso previamente quando mostraram aquelas imagens...

Fala 125 Aluno 3: A gente usou o bom senso pra não por nenhuma imagem comprometedora...

Fala 126 Aluna 2: ... é, e foi ela que acabou... e a gente *consensou*...

Fala 127 Pesquisadora: Mas conscientemente pensaram nisso, ou basicamente, foi mais inconscientemente?

Fala 128 Aluna 4: Foi dessa forma, foi inconscientemente mesmo...

Fala 129 Aluna 2: ... acho que mentalmente você eliminou qualquer pessoa tomando café, focou mais o processo...

Fala 130 Aluna 4: ...isso...

Fala 131 Aluna 2: ... coisas assim, o processo, o final do processo, né, tinha uma pessoa lá juntando o sal que sobrou ali, o café também tinha só o final do processo, é a gente estava mais focado nisso, do que...

Fala 131 Aluno 1: ... outra coisa.

Fala 132 Pesquisadora: Ok! Consideram que o tipo e a quantidade de visualizações usadas serviu os vossos objetivos?

Fala 133 Aluno 3: É, acho que contemplou os nossos objetivos, porém acho que houve um excesso, nalguns momentos.

Fala 134 Aluna 2: É, acho que a escolha teria sido a mesma... mas nalguns momentos...

Fala 135 Aluno 3: É, mas acho que houve um excesso....

Fala 136 Aluno 6: Acho que seria uma aula diferente, talvez... se tivéssemos um vídeo, ou alguns vídeos, quer dizer, a aula teria uma dinâmica diferente, seria uma outra aula.

Fala 137 Aluna 2: É, é verdade...

Fala 138 Aluno 6: Não sei se seria melhor, ou pior, mas seria diferente...

Fala 139 Pesquisadora: Mas, eu estou-me a referir aquelas que vocês usaram, se acham que em termos de quantidade e o tipo foram adequadas ou, enfim, pegando aqui um bocadinho na opinião do vosso colega podia ter sido diferente, ou deveria ter sido diferente?

Fala 140 Aluno 1: Um ponto de [inaudível] que a gente já falou aqui mesmo e que o próprio professor apontou para a gente, algumas figuras ou imagens elas trouxeram algumas concepções para os alunos que a gente não desejava, então, concerteza, alguma figura poderia ter sido trocada, ou até mesmo, retirada do nosso trabalho. Mas...

- Fala 141** Aluna 2: ...mas a gente atingiu o objetivo...
- Fala 142** Aluno 1: ...mas em si, as figuras que a gente usou, a ideia que a gente queria...
- Fala 143** Aluna 2: É, a gente conseguiu com elas mesmo assim, chegar no objetivo.
- Fala 144** Aluno 1: É, eu acho que está de bom tamanho...
- Fala 145** Aluna 2: ... mas de repente...
- Fala 146** Aluno 1: ...é mas concerteza, como você mesmo disse, se fossemos usar vídeos...
- Fala 147** Aluna 2: ... a gente faria outra aula...
- Fala 148** Aluno 1: ... concerteza seria uma abordagem um pouco diferente da que a gente usou.
- Fala 149** Pesquisadora: Consideram melhor ou pior?
- Fala 150** Aluna 2: Diferente.
- Fala 151** Alunos 3 e 4: Não dá para saber...
- Fala 152** Aluno 3: Só fazendo...
- Fala 153** Pesquisadora: Ok! As visualizações usadas serviram para ilustrar ou para informar? Elas eram simplesmente para ilustrar ou continham informações que vocês queriam...
- Fala 154** Aluno 3: Ilustrar?
- Fala 155** Alunas 2 e 4: Acho que tinha informação...
- Fala 156** Aluna 4: A gente queria justamente para puxar...o processo, é, as técnicas...
- Fala 157** Aluna 2: A gente podia ter simplesmente colocado, a gente tá a falar do sal, a gente podia ter simplesmente colocado o saquinho do sal e queria que ele pensasse na forma, na obtenção, a gente não arriscou, optou por colocar fotos da obtenção, tendo informação...
- Fala 158** Aluno 3: Na destilação a gente ilustrou uma situação cotidiana e que continha informação do processo...
- Fala 159** Aluna 2: É, continha informação sim, acho que não teve nenhuma que fosse só para ilustrar...
- Fala 160** Aluno 1: Mas, é claro que a gente não queria que eles chegassem no conceito só com as imagens...
- Fala 161** Alunas 2 e 4: É, não, não...
- Fala 162** Aluno 1: Elas continham uma informação, mas das quais que a gente queria que eles conseguissem levantar as concepções deles, e aí sim, que a gente conseguisse passar o conceito...
- Fala 163** Alunos 1, 2 e 4: ...continham informação sim....
- Fala 164** Pesquisadora: ...algumas continham informação. Ok! Consideram que o uso de visualizações deve estar enquadrado com a informação escrita se esta existir?
- Fala 165** Aluna 4: Sempre, sempre? Que uma imagem... com...
- Fala 166** Pesquisadora: Sim. Sempre que houver informação escrita, deve haver um enquadramento?
- Fala 167** Aluna 4: Acho que sim.
- Fala 168** Aluno 3: É, eu acho que é bem significativo...
- Fala 169** Pesquisadora: E, porquê?
- Fala 170** Aluno 3: É, eu acredito que pelo impacto, né, que causa, assim, muitas vezes a imagem auxilia, né, para passar uma informação...
- Fala 171** Alunos 2 e 4: Eu acho que...
- Fala 172** Pesquisadora: Eu vou repetir a questão... para o vosso colega...
- Fala 173** Aluno 3: Pois, eu não sei se eu entendi direito...
- Fala 174** Pesquisadora: O uso da imagem, quando é usada numa visualização, deve estar enquadrada com a informação escrita...
- Fala 175** Aluno 1: Se, sempre você tem de ter uma legenda, ou assim, tipo uma informação...

- Fala 176** Pesquisadora: ... a existir, a existir uma informação escrita, deve haver um enquadramento das duas coisas?
- Fala 177** Aluno 3: ... é, assim, andar juntas?
- Fala 178** Aluno 6: Não, necessariamente juntas, pelo que eu estou a entender, durante a aula, no espaço da aula, se a visualização deve estar de acordo com o texto, ou ligada ao texto...
- Fala 179** Pesquisadora: ... sim, enquadrada com o texto que está a ser vinculado, ou não... a existir texto, a minha pergunta é: a existir texto, se a imagem deve estar enquadrada com o texto?
- Fala 180** Aluno 6: A minha resposta é muito simples: algum tipo de ligação, ainda que, seja só por um cabelo, vai ter que existir...
- Fala 181** Pesquisadora: Por quê?
- Fala 182** Aluno 6: [risos]
- Fala 183** Pesquisadora: Ok! Eu concordo, eu concordo e agora a minha pergunta é: por quê?
- Fala 184** Aluno 1: É, assim, a gente na nossa aula, não usou textos, se eu estou entendendo a pergunta, nós em nenhum momento, pelos menos em nenhuma das mesas que eu sei...
- Fala 185** Pesquisadora: Aqui é geral, a minha pergunta é geral, a existir...
- Fala 186** Aluno 1: ... então a gente não usou nenhum texto, foi só uma discussão das figuras...
- Fala 187** Pesquisadora: Ok, pronto pode ser discussão verbal, se não for informação escrita, discussão verbal...
- Fala 188** Aluno 3: ...a discussão verbal tem de estar de acordo com as imagens...
- Fala 189** Pesquisadora: Pode ser entendida da mesma forma, a existir...
- Fala 190** Aluna 2: Acho que sim...
- Fala 191** Pesquisadora: A existir uma discussão verbal, seja ela, de modo oral ou escrito, se a imagem deve estar enquadrada com essa discussão?
- Fala 192** Vários alunos: Sim, sim.... [risos]
- Fala 193** Aluno 3: ... é exato, não tem sentido...
- Fala 194** Aluno 6: Acho que seriam complementares uma da outra, acho que o texto sozinho... fica pobre...
- Fala 195** Aluna 2: Acho também que uma imagem, fala que vale mais do que mil palavras e vale mesmo, porque você pode ouvir o que você quiser...então, se você quer mostrar, se você quer identificar algo, se você quer, seja ilustrar ou passar uma informação, você tem que [inaudível]...
- Fala 196** Pesquisadora: E, vocês são capazes de concretizar porque é acham que deve ser assim?
- Fala 197** Aluno 6: Eu acho que os dois, é aquilo que eu digo, o texto e a imagem, um complementa o outro, eu acho que seriam...
- Fala 198** Pesquisadora: O vosso colega é: um complementa o outro...
- Fala 199** Aluno 6: Eu acho que os dois formam um todo, acho que um sozinho, fica meio coxo, os dois formam um todo mais... acho que vai dar mais impacto, vai causar mais impacto, eu acho, não sei...
- Fala 200** Pesquisadora: Ok! Ele está a dizer que formam um complemento, outras opiniões?
- Fala 201** Aluna 4: Eu vejo de forma diferente, eu acho assim, é muito complicado dizer ... ter uma figura e não ter uma certa orientação pra ela, como ela já disse, existem várias formas de...
- Fala 202** Aluno 3:.. olhar...
- Fala 203** Aluna 4: ... de você olhar, interpretar essa figura, eu acho muito complicado, você precisa sim, de uma certa explicação...
- Fala 204** Aluna 2: ... senão a figura vai ficar só ilustrativa...
- Fala 205** Aluna 4: ... é exatamente...
- Fala 206** Aluna 2: ... e você acaba por mostrar o que você não quer...
- Fala 207** Aluna 4: ... é, exatamente...

- Fala 208** Aluno 3: ... é, e isso pode ser pra qualquer coisa...
- Fala 209** Aluno 6: Não sei, às vezes numa sequência de figuras, também, sem texto nenhum, também, pode até substituir, causar mais impacto que um texto escrito, ou falado, não é...
- Fala 210** Aluno 3: ...é mais marcante...
- Fala 211** Aluno 6: Depende da sequência de imagens, e nesse caso não seriam um complemento, seria algo diferente, uma forma diferente...
- Fala 212** Pesquisadora: Mas, a minha pergunta é: a existir uma discussão verbal (oral ou escrita), a minha pergunta é se deve haver enquadramento entre uma coisa e outra?
- Fala 213** Aluno 6: É, eu acho... parece-me salutar, parece-me legal...
- Fala 214** Pesquisadora: E são capazes de concretizar um bocadinho melhor porquê? Porquê que vocês acham isso? [risos] O vosso senso comum diz-vos isso?
- Fala 215** Aluno 6: Veja, o que é falado... se calhar vou falar bobagem... o que é falado entra só pelos ouvidos, né, e a imagem vai entrar pelos olhos...
- Fala 216** Pesquisadora: ... por outro canal... [risos]
- Fala 217** Aluno 6: ... então são dois canais aí... não sei...
- Fala 218** Aluno 1: Se você não tiver, se você tiver uma imagem, que seja, se você tiver pessoas de pares iguais, e se são pares, são pessoas que falam e estão no mesmo contexto, eles vão entender, teoricamente, provavelmente eles vão entender a mesma coisa, mas se você pegar uma pessoa de um contexto diferente da outra, sei lá você pega um de... um cara de relações públicas e olhar uma figura ou uma mesma imagem, concerteza ele vai enxergar tantas outras coisas do contexto dele... não é que seja errado, nem nada... então concerteza, eu entendo assim, do contexto de onde você esta inserido, aquela figura vai ter um sentido, certo? Então, entendo que existe uma ligação, há necessidade de uma ligação entre o contexto verbal, o contexto escrito com a figura.
- Fala 219** Aluna 2: É, porque cada um não vai vaziao...
- Fala 220** Aluno 1: ... isso...
- Fala 221** Aluna 2: ... a pessoa já vem com uma bagagem... vem com ideias e tudo mais, vem de um lugar diferente, sei lá...
- Fala 222** Pesquisadora : Mas, a minha pergunta é mais no sentido se o texto não estiver enquadrado com a imagem, ou vice-versa, se a imagem não estiver enquadrada com a informação escrita, ou oral que alguém esteja a pronunciar naquele momento, o que é que vocês acham que acontece, que consequência é que isso pode trazer, se acham que vai trazer algumas consequências, claro?
- Fala 223** Aluna 2: É, você pode dar outra interpretação qualquer, acho que quando você dá um texto escrito, alguma coisa, ele direciona...
- Fala 224** Aluno 6: Eu vou-me repetir, e não vou avançar muito, alguma ligação tem que ter, eu acho que pode até alguém não enxergar nenhuma ligação naquilo, mas é um pouco difícil, alguém não enxergar nenhuma ligação e chegar uma outra pessoa qualquer e achar que há uma ligação, mas alguma ligação tem que haver entre as duas, senão...
- Fala 225** Pesquisadora: ... senão...
- Fala 226** Aluno 6: ... não faz sentido...
- Fala 227** Aluno 1: ... não faz sentido naquilo que você quer transmitir ...
- Fala 228** Aluno 3: ...é não faz sentido, você quer falar B e tem uma imagem que tem A...
- Fala 229** Pesquisadora: O que vai acontecer com um aluno, que esteja nessa situação?
- Fala 230** Vários alunos: [inaudível] ...[risos]
- Fala 231** Pesquisadora: Todos ao mesmo tempo não, senão... ali a máquina...
- Fala 232** Aluno 3: Eu acho que vai ser algo conflitante, porque não tem sentido, se você quer falar de B, tem de ter uma imagem de B...

- Fala 233** Pesquisadora: Ok! Já estamos a chegar a algum lado...
- Fala 234** Aluno 3: Se não, não faz sentido para o aluno... o aluno vai olhar um texto, sei lá, um texto de jacaré e mostra uma imagem de girafa, não tem porquê ter aquela imagem de girafa, então tenha só o texto, é melhor ter só o texto que uma imagem que não sirva para nada, que não significa nada...
- Fala 235** Pesquisadora: Pois, do ponto de vista cognitivo, o que é que vai ali acontecer? Ele já usou ali uma palavra que de certa forma se adapta... vai haver o quê?
- Fala 236** Aluno 3: Um conflito, basicamente vai ter ali um conflito...
- Fala 237** Pesquisadora: O aluno vai o quê?
- Fala 238** Aluno 3: O aluno vai perder tempo tentando achar uma ligação, pode criar alguma concepção alternativa, não sei... as girafas são jacarés, por exemplo.
- Fala 239** Aluna 4: Ou nada, ou seja, isso é que é pior...
- Fala 240** Aluno 3: Não sei, não sei... pode causar várias coisas... confusão...
- Fala 241** Aluna 2: Confusão... você não vai chegar no seu objetivo...
- Fala 242** Aluno 3: ... é, você não vai chegar no seu objetivo...
- Fala 243** Aluna 2: ... você não vai passar o que você quer...
- Fala 244** Aluno 3: Quando é algo confuso, você faz o aluno perder o interesse, não sei, acho que várias...
- Fala 245** Pesquisadora: Ok! Tudo bem...
- Fala 246** Aluno 3: ... decorrências...
- Fala 247** Aluno 6: ... alguma mudança conceitual...
- Fala 248** Pesquisadora: Pelo menos perceberam a minha pergunta?
- Fala 249** Aluno 3: É, então aí, acho que estou tentando elaborar...
- Fala 250** Pesquisadora: Ok! Mais alguma coisa? [silêncio] Acreditam que as visualizações usadas por vocês no vosso mini-curso auxiliaram a aprendizagem por parte dos alunos?
- Fala 251** Aluno 3: Acho que serviu para contextualizar o nosso tema, né, acho que isso é válido...
- Fala 252** Aluna 2: Acho que para muita gente aumentou essa informação, que não tinha ideia como é que eram feitas as coisas, no sal, não tinham... a destilação... também a questão da cana do açúcar....
- Fala 253** Aluna 4: É, e a gente trabalhou muito as técnicas em cima dos [inaudível], a gente buscou elas [inaudível] e depois a gente buscou elas (imagens) para explicar cada processo.
- Fala 254** Pesquisadora: E, em que dados é que vocês se baseiam para terem essa noção que ajudou os alunos?
- Fala 255** Aluna 2: É, eu acho que exatamente assim, por eles também estarem muito ligados aos exemplos dados para poderem entender a técnica, então, as imagens foram... pelo menos no primeiro contato, a primeira ideia é o que ficou mesmo, tanto que acabou quase virando definição, né, ...a gente teve o problema de formalizar a técnica e acabou ficando a imagem, acabou ficando o exemplo, então a imagem fez o seu papel, faltou de repente a gente trabalhar um pouquinho mais o depois... a imagem fez o seu papel.
- Fala 256** Pesquisadora: E, do vosso ponto de vista em que as visualizações vos auxiliaram como professores? [grande silêncio]
- Fala 257** Aluna 2: Fora tudo isso que a gente já falou... [risos]
- Fala 258** Aluno 1: É, aquilo que eu tava pensando...
- Fala 259** Pesquisadora: Do vosso ponto de vista, do vosso papel de ensino, o que é que a imagem auxiliou? [Silêncio] Auxiliou-vos nalguma parte?

- Fala 260** Aluna 2: É, um pouco como os meus colegas já falaram, você tem mais um sentido, como visão ou audição...
- Fala 261** Aluno 3: É, sentidos...além do auditivo, tem o visual também...
- Fala 262** Aluna 2: ... tem o visual e alguém falando, é há que fale que quantos mais sentidos utilizar...
- Fala 263** Aluno 3: ... você fixa mais...
- Fala 264** Aluna 2: ... você fixa melhor, então tendo mais uma...
- Fala 265** Pesquisadora: Mas, eu estou a falar do ponto de vista do professor...
- Fala 266** Aluno 3: Pra nós...
- Fala 267** Pesquisadora: Para vocês como professores, quando estão ali a tentar que os alunos construam determinado conhecimento, para vocês, na vossa metodologia, na vossa forma de apresentarem os conceitos. O que é que vos ajudou a vocês como professores?
- Fala 268** Aluno 3: É, eu acredito assim, eu fiz essa parte inicial da sequência de imagens, se eu tivesse só falado, pode ser que eu não ia prender tanto a atenção dos alunos, então, com o auxílio da imagem e eu falando, eu acho que eu consegui prender mais a atenção dos alunos... eu acho.
- Fala 269** Pesquisadora: Ou seja, diminuiu o seu esforço?
- Fala 270** Aluno 3: Diminui o meu esforço para tentar chamar a atenção da sala... eu acho que...
- Fala 271** Aluno 1: Você pode utilizar na verdade...
- Fala 272** Aluna 2: Você dividiu a atenção de certa forma ...
- Fala 273** Aluna 4: ...isso...
- Fala 274** Aluna 2: ... não focando só em você, não fica assim, qualquer coisa que você faça de diferente ou errado, fica crucial, por exemplo a imagem também tem lá as suas informações, em função dela...
- Fala 275** Aluno 1: Eu enxergo assim, com as figuras, com as imagens, você pode utilizar muito mais de repente, como um fator facilitador, não que diminua o seu esforço...
- Fala 276** Alunas 2 e 4: ... é como um facilitador...
- Fala 271** Aluno 1: ... mas que te auxilia, nessa de você poder utilizar uma outra maneira verbal, sei lá, de conseguir sim, o seu objetivo de os conceitos, as concepções prévias dos alunos... mas não que seja diminuir o seu esforço...
- Fala 277** Aluna 2: Muito pelo contrário, a gente podia se ter perdido grande ali...
- Fala 278** Vários alunos: É...
- Fala 271** Aluno 3: De repente uma imagem podia surgir outras ideias, nada haver.
- Fala 279** Aluna 2: Se a gente tivesse escolhido imagens [inaudível], ou se tivesse alguma coisa mais apelativa, ou algo político, ou religioso, de repente...
- Fala 280** Aluno 1: ... talvez prende-se a atenção...
- Fala 281** Aluna 2: ... é, mas ia desvirtuar, exatamente.
- Fala 281** Pesquisadora: Ok! Agora vou vos fazer três questões relacionadas com o vosso mini-curso. No caso concreto do vosso mini-curso, quando abordaram a obtenção do sal de cozinha, usaram uma sequência de três imagens, não acompanhadas de uma descrição oral ou escrita adequada, dos processos existentes entre cada uma das etapas representadas nas imagens. A minha pergunta é: o que é que vocês acham que os alunos construíram mentalmente quando, portanto, naquele momento quando observaram aquelas imagens?
- Fala 282** Aluna 2: No primeiro momento...
- Fala 283** Aluno 3: A nossa intenção, nesse momento era levantar as concepções prévias dos alunos, então por esse motivo nós não colocamos lá que, sei lá que havia uma evaporação, então, nessa sequência do sal, por exemplo, então nesse momento a gente preferiu não dar as respostas...
- Fala 284** Pesquisadora: ... eu sei...

Fala 285 Aluno 3: Nesse primeiro momento...

Fala 286 Pesquisadora: Eu sei, mas a minha questão não é essa, o que é que vocês acham...

Fala 287 Aluno 3: ... o que eles construíram mentalmente?

Fala 288 Pesquisadora: ... mentalmente.

Fala 289 Aluno 3: É...

Fala 290 Pesquisadora: Pensaram nisso? Ao não mostrarem, ao não divulgarem, ou não exemplificarem diretamente quais as transformações concretas que existiam entre cada uma daquelas imagens, vocês pensaram que tipo de contrição ...

Fala 291 Aluno 3: ...que eles iam fazer?

Fala 292 Aluna 2: A gente achou que a gente ia conseguir junto com as imagens e com a fala construir alguma coisa, não que ela fosse fazer isso sozinha, tanto que a gente não escreveu em baixo o que acontecia... e a gente não escreveu...

Fala 293 Aluno 3: O nosso objetivo não era que ele chegasse à conclusão...

Fala 294 Aluna 2: A gente não quis escrever nada mesmo.

Fala 295 Aluno 3: Eu acredito assim, que eles ficaram no momento que eu estava a apresentar a sequência, eles ficaram refletindo como poderia ocorrer os métodos de separação.

Fala 296 Pesquisadora: E a minha pergunta é exatamente aí...

Fala 297 Aluno 3: ... o que é que eles pensaram...

Fala 298 Pesquisadora: O que é que vocês acham que eles podem ter imaginado? Para depois, supostamente vocês irem debater.

Fala 299 Aluna 2: A gente imaginou antes da aula, que ele (aluno) no mínimo pensasse no momento tenho água com sal e no outro tenho sal, a água foi embora de alguma forma.

Fala 300 Pesquisadora: E durante a aula, continuaram com essa percepção, que eles teriam...

Fala 301 Aluna 4: Acho que não... primeiro porque, assim, dentro das imagens tinha uma com o rapaz tirando a areia, e o rapaz (aluno do ensino médio) falou assim: mas espera aí, a areia...ele não pensava que o sal tava dissolvido na água, não era uma solução salina, pensava que o sal estava numa quantidade muito grande na água e ficava lá e ele ia...

Fala 302 Aluna 2: ...é, exatamente.

Fala 303 Aluna 4: Ele não via que a água estava evaporando...

Fala 304 Aluna 2: ... é, ele via assim: a areia é mais pesada vai ficar no fundo.

Fala 305 Aluna 4: É, isso...

Fala 306 Aluno 3:... é uma decantação, vai, entre aspas, assim... acho que ele pensava que de certa forma o sal se depositava na água...

Fala 307 Aluna 4: É de certa forma pode ser que a imagem tenha... tenha...

Fala 308 Aluna 2: Não, ele pensou isso, contando que depois a gente também conversou ele falou: tanto é verdade que o sal deposita, que quando ele vai para a praia o sal fica no braço.

Fala 309 Aluna 4: É,...

Fala 310 Aluna 2: Ele entra na água e sai e o sal está no braço. Quer dizer, então o sal está lá na água...

Fala 311 Aluna 4: ... não evaporou...

Fala 312 Aluna 2: não é uma questão de evaporar...

Fala 313 Aluna 4: É, é... isso, ele está lá na água, ele não viu como uma solução.

Fala 314 Pesquisadora: Vocês percebem a importância desse pensamento (o que é que vocês acham que os alunos construíram mentalmente), para, enfim, se a concepção for errada vocês puderem desconstruir, de certa forma. Por isso, é que eu pergunto, se vocês tiveram a noção do que eles terão construído mentalmente quando viram aquela sequência de imagens?

Fala 315 Aluno 3: Eu penso assim, tiveram alguns alunos tiveram a noção correta, imaginaram a evaporação, eu já imaginava que apareceria alguma coisa do tipo decantação do sal, eu já imaginava alguma coisa do tipo, mas como a gente ia discutir depois à mesa, então...

Fala 316 Aluna 2: ...tudo bem...

Fala 317 Aluno 3: ... tudo bem, pensem errado, mais a gente vai corrigir depois ali na mesa.

Fala 318 Pesquisadora: Ok! Tudo bem. Outra pergunta: No decurso do vosso mini-curso, um de vocês refere: o etanol é uma molécula, a dada altura, sem recurso a qualquer elemento visual ou qualquer questionamento no sentido de averiguar se ela (uma aluna do ensino médio), se ela atribuiu algum significado a este conceito.

Fala 319 Aluno 3: O que é uma molécula?

Fala 320 Pesquisadora: A minha pergunta é: o que é que vocês acham que ela imaginou, ou seja, que modelo mental ela terá recuperado, se é que tinha algum na sua memória, no momento em que vocês introduziram esta entidade abstrata do mundo submicroscópico da Química?

Fala 320 Aluno 3: Eu, assim, eu falei porque ela perguntou, o que é o etanol, porque eu imaginei assim: se ela não está sabendo o que é etanol, eu acredito, assim a princípio que ela também não saberia o que era o molécula, porque molécula é assim, uma coisa mais complexa do que o termo etanol, então, mas como ela falou, nem sei o que é etanol, eu tive que falar o que era... e aí foi, era uma molécula de um grupo orgânico, né...

Fala 321 Aluno 1: ... do álcool...

Fala 322 Aluno 3: ... do álcool, mas ... se ela se apropriou dessa ideia, olha é difícil saber... eu teria que ter explorado mais, falado, perguntado o que ela entendia por molécula.

Fala 323 Pesquisadora: Mas, pelo menos, a minha pergunta é: você percebeu que provavelmente ela não sabia o que era um molécula e sabe-se-lá o que ela estaria a pensar...

Fala 324 Aluno 3: É, eu acho muito difícil ela se ter apropriado da ideia do que é uma molécula...

Fala 325 Pesquisadora: Mas, você teve consciência que ela podia a não estar a construir o modelo mental que você queria ?

Fala 326 Aluno 3: Não, é provavelmente ela não deve ter construído, eu acredito que não deve ter construído. É, eu dei a minha definição na hora lá mas...

Fala 327 Aluno 2: ... é, e depois ele (aluno 1) entra e fala: sabe aquele álcool que você tem lá em casa que você usa...

Fala 328 Aluno 1: ... mas foi um pouco depois...

Fala 329 Aluna 2: Ah! foi depois?

Fala 330 Aluno 3: Não, foi na mesma hora, foi no momento que ela questionou sobre o etanol. É, eu dei uma explicação mais química e ele (aluno 1) puxou mais ela para o contexto, deu as utilizações do etanol...

Fala 331 Aluno 1: ... é acho que foi isso...

Fala 332 Aluno 3: ... mas concerteza em relação ao contexto ela se apropriou das ideias, em relação ao mundo químico, eu já fico meio em dúvida...

Fala 333 Aluno 1: ...entender o que uma molécula, eu não sei...

Fala 334 Aluno 6: É bem difícil quando surgem estas questões com as quais o professor não conta, ele vai ter que dizer alguma coisa sempre com a preocupação de não perder, de não faltar ao rigor conceitual e de ser o mais claro possível, o mais lógico possível naquilo que vai dizer, às vezes a gente esforça-se nesse sentido mas acaba... pode não ser, digamos, pode não atingir o ideal, né, não alcançar o ideal que...

Fala 335 Pesquisadora: ... que desejávamos...

Fala 336 Aluno 6: ... que seria desejável, mas isso, acho que é normal...

Fala 337 Pesquisadora: ... é uma questão de aprendizagem... vai-se aprendendo... Outra questão é: no vosso mini-curso vocês usam algumas vezes a seguinte expressão “Está vendo?”, alguns de vocês usavam esta expressão “Está vendo, você está vendo?”, apelando para a abstração. Vocês estavam a dizer ao... já não me lembro mas há lá algumas situações... falta aqui um vosso colega que dizia muito isso, “Ta vendo, você está vendo?”, apelando para a abstração de um assunto qualquer que estavam a discutir. A minha pergunta é: como é que vocês podem ter a certeza que o aluno visualizou internamente aquilo que vocês queriam? Vocês apelam para uma abstração por parte do aluno, não usam qualquer imagem que o direcione, não colocam nenhuma questão posterior para verificar... portanto eu queria saber como é que vocês chegam à conclusão que ele está a ver aquilo que vocês queriam que ele visse?

Fala 338 Aluna 2: Eu acho, pelo menos na nossa mesa, toda a vez que a gente caía nessa de “Você ta vendo?”, aí eu percebia aquela interrogação na cara deles, eu voltava atrás, e tentava fazer com que ela me explicasse o que ela estava vendo...

Fala 339 Aluno 1: ... é exatamente...

Fala 340 Aluna 2: ... quando eu dizia, né...

Fala 341 Aluno 1: ... questionando...

Fala 342 Aluna 2 : ... aí, eu tinha noção do que realmente ela estava a ver para poder corrigir, porque realmente deixá-lo no...

Fala 343 Aluno 3: ... “ta vendo?”, “ta vendo”...

Fala 344 Aluna 2: ... é deixando nesse plano, não tem como mesmo...

Fala 345 Aluno 3: ... é, você não dá para saber...

Fala 346 Aluna 2: ... é, e daí eu pedi a descrição, quando a gente caía nessa, de ... quando a gente faz assim, “não é assim”, achando que todo o mundo entende o... aí a gente voltava a trás, e a gente fez isso várias vezes, a gente voltava atrás pedia para eles repetirem, dizerem da forma deles o que é que era aquilo... para a gente ter noção de ...

Fala 347 Aluno 3: A única maneira era fazer o aluno se exteriorizar, o que é que “tá vendo”...

Fala 348 Aluno 1: Tanto que se pergunta se o que tinha acabado de explicar, pelo menos tentar explicar alguma coisa, aí, ele olhava e dizia entendi, e aí eu trocava, então, explica pra mim, né...

Fala 349 Aluno 3: Isso...

Fala 350 Aluno 1: Explica agora para mim, e ele dizia, mas você acabou de explicar, é, eu sei, mas então você me explica agora... [risos], é exatamente, tentar chegar no que ele chegou, o que ele observou.

Fala 351 Aluna 2: E a gente naquela segunda atividade dos grupos, foi exatamente para gente ver se tinha ficado ou não toda a primeira atividade, quando eles são obrigados a dizer ... o que é que ele tinha aprendido ali na primeira mesa. Foi a hora, também, que qualquer coisa que tivesse ficado de errado, sei lá, a gente teria como conversar, discutir e...

Fala 352 Pesquisadora: Ok! Mais alguma coisa? Então, última questão: No caso concreto da Química, e neste caso estou-me só a referir à Química, o que é que vocês acham que são consequências de uma aprendizagem de conceitos errados?

Fala 353 Aluno 3: Aprender um conceito errado, quase...

Fala 354 Pesquisadora: Qual a consequência no ensino e na aprendizagem de Química para um aluno que aprende conceitos errados?

Fala 355 Aluno 3: Ah! você podia afetar todo o desenvolvimento posterior dele, porque ele vai aprender uma coisa errada, mais para a frente vai aprender um outro conteúdo que vai precisar desse primeiro, sei lá, conteúdo aprendido, ele vai...vai começar a virar uma bola de neve, um erro pode afetar o aprendizado dele posteriormente, eu acho...

Fala 356 Aluna 2: Ai, eu não sei não, eu não acho que seja só assim...

Fala 357 Aluno 1: Sei lá numa parte, sei lá tou *devaneando* agora... na parte do senso crítico, assim, uma coisa bem simples, sei lá, “não tou conseguindo filtrar isso aqui direito”, “porquê?”, sei lá, se ele não entendeu que o filtro, ou algum processo que ele estava utilizando, pode estar ocasionando a demora, se ele entende de uma maneira errada, talvez assim, pensando mais na prática, né, ele vai tomar uma atitude que não vai favorecer ele...

Fala 358 Aluna 2: É, mas eu acho que não é definitivo, porque pensado que nada, assim, que você...

Fala 359 Aluno 1: ... com certeza que não...

Fala 360 Aluna 2:..então, de repente mais para frente numa outra...

Fala 361 Pesquisadora: Mas, neste caso específico...

Fala 362 Aluno 6: Quais as consequências para a Química?

Fala 363 Pesquisadora: Para o ensino, para o processo de ensino/aprendizagem em Química, quando o aluno constrói conceitos errados.

Fala 364 Aluna 4: Acho que isso vai depender muito do professor...

Fala 365 Aluna 2: Eu acho que em qualquer momento você pode quebrar concepções... alternativas...

Fala 366 Aluna 4: É isso , é... é essencialmente isso, se ele está apostando, vendo que realmente, dando a participação do aluno, porque se você... se ele dá pra ele falar o que ele tá pensando, você realmente sabe, fazendo, você sabe se ele está pensando certo, ou não, se a concepção está certa, ou não, você tem as chances de...

Fala 367 Aluna 2: ... isso pode salvar a longo prazo, inclusive...

Fala 368 Aluna 4: Sim, sim...

Fala 369 Aluna 2: Se você está no segundo colegial e se só dá aula para o primeiro, vindo do primeiro colegial alguma coisa errada, não é definitivo, você vai perder um tempo, de repente você vai ter que elaborar alguma coisa, mas...

Fala 370 Aluno 6: Vai atrapalhar um pouco...

Fala 371 Aluna 2: ... mas nada é definitivo, eu acho...

Fala 372 Vários alunos: É...

Fala 373 Aluna 2: Não é uma consequência que você fale assim, “afé, nossa”, mais nada...

Fala 374 Pesquisadora: Mas no processo... ao longo do processo, a construção de conceitos errados em Química, concretamente.

Fala 375 Aluno 3: Nada é definitivo, mas um conceito errado pode atrapalhar, como eu disse, o aprendizado de outros.

Fala 376 Pesquisadora: E, porquê no caso da Química?

Fala 377 Aluno 3: Eu vou dar um exemplo, se você ensinar, sei lá, forças intermoleculares errado, mais para a frente quando ele, sei lá, não sei se vem depois ou não, de repente aparece pontos de ebulição, pra você justificar ? Como é que você vai justificar esses pontos de ebulição com o que o conceito de forças intermoleculares errado...

Fala 378 Pesquisadora: Ou seja, o que é que você está tentando dizer?

Fala 379 Aluno 3: Um erro lá atrás pode prejudicar o aprendizado dele mais...

Fala 380 Pesquisadora: ... e porquê?

Fala 381 Aluno 3: É, porque tudo tem uma ligação, né...

Fala 382 Aluno 6: Está tudo interligado, está tudo muito relacionado, todos os conceitos estão muito relacionados uns com os outros...

Fala 383 Aluno 3: ... a ligação entre os conceitos...

Fala 384 Aluno 1: Concordo, mas aí, acho que depende do nível de detalhamento. Você pode explicar... há uma coisa que a gente discute, não aqui...

- Fala 385** Pesquisadora: Claro, há conceitos chave, obviamente...
- Fala 386** Aluno 1: Sim...
- Fala 387** Pesquisadora: Embora, haja outros que não são tão chave...mas de uma forma geral um conceito errado em Química vai fazer o quê? Ele já falou um pouco... eu estou-me a referir em concreto à Química para não estarem aqui a pensar muito...
- Fala 388** Aluno 1: Desestrutura...
- Fala 389** Aluno 6: É condenável, é ruim...
- Fala 390** Aluna 2: Vai virar uma bola de neve...
- Fala 391** Aluna 4: Mas eu acho que é possível...
- Fala 392** Aluno 6: ...é possível reverter...
- Fala 393** Pesquisadora: Eu não ponho em questão isso, provavelmente é possível reverter... mas no caso da Química, o que há de especial na Química que torna a aprendizagem difícil se o aluno traz conceitos errados ou mal construídos, ou ...
- Fala 394** Aluno 1: A formação de um conceito lá na frente... né, você utiliza vários outros conceitos chave...
- Fala 395** Aluna 2: Em momento, acho que... nada que é ensinado...
- Fala 396** Pesquisadora: Na pior das hipóteses vai levar a quê?
- Fala 391** Aluno 6: Na pior das hipóteses que ele vai... ele detesta Química, ele vai passar a odiar a Química...
- Fala 397** Vários alunos: [inaudível], não vai entender nada, vai perder o sentido...
- Fala 398** Pesquisadora: E se vocês pensarem um pouco, isso, não é assim tão...
- Fala 399** Aluno 3: Se você pensa que a Química é uma ciência exata, de repente mais para a frente o aluno vai ver que não faz sentido, né, por causa de conceitos errados lá para trás...
- Fala 400** Aluna 2: É, ele vai achar que não entende nada...
- Fala 401** Aluno 3: É, como é que é uma ciência exata se não está fazendo sentido agora...
- Fala 402** Aluno 6: Isto é tudo muito complicado, porque a gente vê, por exemplo, traduções feitas, mesmo aqui no Brasil, às vezes há erros nos livros de Química que são terríveis, por exemplo, tal concentração devia subir e lá põem descer, isso atrapalha muito para quem está a estudar...
- Fala 403** Aluno 3: Eu perdi muito tempo...
- Fala 404** Aluno 6: É, ver onde está o erro...
- Fala 405** Aluno 3: Eu perdi muito tempo...ali tentando...
- Fala 406** Aluno 6: ... a ver o que está errado...
- Fala 407** Vários alunos: [inaudível]
- Fala 408** Aluno 6: Agora imaginem um aluno do ensino médio, por exemplo, pensando no ensino médio, que não têm a base para...
- Fala 409** Aluna 2: Pra aprender e para ter essa noção de erro, de avaliar uma informação e tudo mais, passa uma informação e errada e...
- Fala 500** Aluno 6: ... é complicado.
- Fala 501** Pesquisadora: Ok! Mais alguma coisa?
- Fala 502** Vários alunos: Não, não...
- Fala 503** Pesquisadora: Muito obrigado pelo vosso tempo, espero que tenham gostado e que tenha sido proveitoso para vocês, e não custou muito, pois não?
- Fala 504** Aluno 6: Não, não de maneira nenhuma.