UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

CLAUDIA AYRES

*O Uso do Recurso Multimídia no Ensino de
Química para Alunos de Ensino Médio sobre
o Conteúdo de Ligações Intermoleculares*

SÃO PAULO

2011

Claudia Ayres

*O Uso do Recurso Multimídia no Ensino
de Química para Alunos de Ensino
Médio sobre o Conteúdo de Ligações
Intermoleculares*

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

Área de concentração: Ensino de Química

Orientador: Prof. Doutor Agnaldo Arroio

São Paulo

2011

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**

Ayres, Claudia

O uso do recurso multimídia no ensino de química para alunos de ensino médio sobre o conteúdo de ligações intermoleculares. – São Paulo, 2011.

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: Ensino de Química

Unitermos: 1. Ensino; 2. Química; 3. Recurso Multimídia; 4. Visualização

USP/IF/SBI-036/2011

São Paulo

2011

FOLHA DE APROVAÇÃO

Cláudia Ayres

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

Área de concentração: Ensino de Química

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao meu filho Caio e ao meu marido Wagner, pela compreensão quase infinita e pelo apoio, muitas vezes imensurável, para que eu pudesse investir neste novo caminho que comecei a trilhar.

Aos meus pais que desde sempre me apoiaram e estimularam na busca pelo conhecimento e que me mostraram que este é o único bem que ninguém nos tira.

Á Deus, que sempre senti presente em minha vida e que me deu este presente: a chance de viver e de poder evoluir.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor e também orientador Prof. Dr. Agnaldo Arroio, por ter confiado em mim e no desejo que tinha de iniciar meus estudos acadêmicos, me incentivando a ingressar no programa de pós graduação, por ter tido a paciência e o desprendimento de compartilhar seus saberes, por orientar de forma clara e pontual sempre que precisei ou que se fez necessário e por fomentar cada vez mais a importância que a pesquisa tem tomado em minha vida.

A todos os meus parceiros de mestrado, pela forma construtiva, divertida e fraterna com que temos vivido inúmeros momentos da vida acadêmica, em especial ao Dirceu Donizetti Dias de Souza, Celeste Rodrigues Silva, Glades Miquelina Debei Serra, Solange Locatelli e tantos outros.

Aos meus alunos que participaram deste estudo, de forma totalmente voluntária, sempre com disposição e boa vontade para responder os instrumentos nos vários momentos que se fez preciso.

Ao Colégio Santo Américo, pelo apoio financeiro para a publicação de artigos, assim como para a minha participação em congresso.

Lista de Figuras

Fig. 1: Representações submicroscópicas e com a referência a cada átomo com seu símbolo químico. 67

Fig. 2: Uso do símbolo químico para compor a representação submicroscópica. 67

Fig. 3: Representação submicroscópica com o nome da substância para representá-la. 67

Fig. 4: Representações somente do modo macroscópico. 69

Fig. 5: Sem representações. 69

Fig. 6: Representações da aluna 6. 73

Fig. 7: Somente representação submicroscópica com o símbolo químico e o nome da substância para representá-la. 75

Fig. 8: Uso do símbolo químico e de representações da natureza particulada para compor a representação submicroscópica. 76

Fig. 9: Uso do símbolo químico, de representações da natureza particulada e/ou o nome das substâncias para compor a representação submicroscópica. 77

Fig.10: Uso de símbolos químicos, da indicação das cargas elétricas e/ou da natureza particulada da matéria para compor a representação submicroscópica. 77

Fig. 11: Uso de símbolos diversos, da natureza particulada da matéria e/ou do nome das substâncias para compor a representação submicroscópica. 78

Fig. 12: Registro pictográfico e textual do aluno 1 no questionário prévio 87

Fig. 13: Registro pictográfico e textual do aluno 1 no questionário pós. 91

Fig. 14: Registro pictográfico e textual da aluna 2 no questionário prévio. 97

Fig. 15: Registro pictográfico e textual da aluna 2 no questionário pós. 101

Fig. 16: Registro pictográfico e textual do aluno 3 no questionário prévio 108

Fig. 17: Registro pictográfico e textual do aluno 3 no questionário pós 113

Sumário

Capítulo 1 – Justificativa e Objetivos	12
Capítulo 2 – Referencial Teórico	18
2.1 Revisão bibliográfica	18
2.2 Fundamentação teórica	29
2.3 Multimídia	33
2.4 Teoria da Carga Cognitiva	38
2.5 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia	40
2.6 Modelos Mentais	45
Capítulo 3 – Metodologia	51
3.1 Procedimento Metodológico Empregado	51
3.1.1 Metodologia do Ensino	51
3.1.2 Metodologia de Pesquisa	55
3.1.2.1 Coleta de Dados	57
Capítulo 4 - Resultados e Discussão	60
4.1 Questionário Prévio	60
4.2 Questionário Pós	69
4.3 Estudo de caso envolvendo 3 alunos	85
4.3.1 Caso 1	85
4.3.2 Caso 2	95
4.3.3 Caso 3	105
Capítulo 5 – Considerações Finais	120
Capítulo 6 - Referências Bibliográficas	125
Apêndices	137
Apêndice A – Questionários prévios e pós dos 23 alunos	137
Apêndice B – Questionários prévios e pós dos estudos de caso	290
Apêndice C – Transcrições das entrevistas	309

RESUMO

AYRES, C. **O uso do recurso multimídia no ensino de química para alunos de ensino médio sobre o conteúdo de ligações intermoleculares.** 2011.319f. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011

Este estudo é uma pesquisa qualitativa, que busca indícios sobre a possibilidade de a inserção do recurso multimídia favorecer (ou não) a elaboração de conceitos sobre ligações intermoleculares para alunos do ensino médio. Foi aplicado em um grupo de 22 alunos do segundo ano, do ensino médio, de uma escola particular da zona sul da cidade de São Paulo. A metodologia foi organizada em dois momentos, contemplando a metodologia de ensino, onde se detalha o material usado e a sequência didática empregada, e a metodologia de pesquisa, onde se detalha os instrumentos de pesquisa utilizados. Como a nossa questão principal envolvia a elaboração conceitual de representações pictográficas e textuais sobre alguns sistemas, fez-se uso de dois questionários, sendo um aplicado antes e outro após o uso do recurso multimídia, de forma a possibilitar ao aluno a chance de reelaborar seus registros viabilizando obtermos informações mais consistentes acerca da possível melhora na elaboração conceitual. Com os questionários respondidos e analisados, percebemos que seria relevante realizarmos entrevistas, ao menos com alguns alunos, visando realizar a triangulação dos dados. De acordo com os resultados houve melhora nas representações macroscópicas e, principalmente, nas representações submicroscópicas, denotando que houve melhora na elaboração conceitual, pois quando há mudança no registro pictográfico, possivelmente o aluno reorganizou seu modelo mental aprimorando-o e isto foi externalizado na sua representação.

Palavras chave : Ensino de Química; recurso multimídia; visualização.

ABSTRACT

AYRES, C. **The usage of the multimedia resource at chemistry teaching of intermolecular forces content to pupils of secondary school.** 2011.319f. Master's Dissertation. University of São Paulo, São Paulo, Brazil.2011

This study is a qualitative research, that attempts to find appointments about the possibility of the insertion of multimedia resource to favor (or not) the conceptual elaboration of intermolecular forces by pupils of secondary school. It was applied in a group of 22 pupils of second year of secondary school in a private school of the south zone of São Paulo city. Development was organized in two moments, including methodology of teaching, in which material and the didactic sequence employed were detailed, and the research methodology, in which instruments of research were described. As our main question involved the conceptual elaboration of pictographic and literal representations of some systems, two questionnaires were applied, one before and the other after the use of the multimedia resource to support pupils in reorganizing registers in such a way, that it would be possible to get more consistent information concerning the possible improvement of the conceptual elaboration. Based on the data answered and analyzed from the questionnaires, we have realize that it would be relevant to carry on interviews, at least with some pupils, in order to make the triangulation of results. According to results the macroscopic representations were improved and, mainly, the submicroscopics representations, showing the improvement of conceptual elaboration. Therefore, when it these is change in the pictographic register, the pupil has possibly reorganized his/her mental model, improving it as externalized in its representation.

Key words: Chemistry teaching; visualization; multimedia resource

1. Justificativa e Objetivos

A inserção da tecnologia na sala de aula vem acontecendo de forma irrefutável, mesmo aos olhos dos mais avessos. Esta inserção começou timidamente no século XIX, tendo até o final da década de 20 do século seguinte o rádio e os projetores como referências mais fortes deste período, tendo os slides na década de 30, depois as películas mudas na década de 40, a televisão nos anos 50 e a partir de então as aulas começam a ter vários destes dispositivos combinados. Nos anos 70 surgem os microcomputadores, porém, é a partir da década de 80, com a comercialização dos computadores pessoais, que as pesquisas sobre o uso desta ferramenta nas aulas de ciências ganham força. Os recursos audiovisuais se integram com a informática, tornando-se uma ferramenta cada vez mais atraente, pois conseguem reunir vídeos, textos, gráficos, som,..... Nas últimas décadas, com o surgimento e popularização da internet, torna-se mais simples a atualização de conteúdos, o acesso às informações e ao material de qualquer lugar com, pelo menos, cabo telefônico, tendo como último marco a hipermídia (VALVERDE y VIZA, 2006).

Dentre estas ferramentas disponíveis, o computador é o instrumento que os alunos apresentam maior intimidade atualmente, sendo usado diariamente para entretenimento assim como para suas relações sociais. Esta intimidade se justifica pelo número crescente de

microcomputadores nos domicílios brasileiros: em 2006, do total de domicílios particulares levantados pelo Pnad do IBGE, 22,1% tinham microcomputadores sendo 16,9% com acesso à internet. Já em 2007, haviam microcomputadores em 26,6%, sendo 20,2% com acesso à internet. Este crescimento se deve à redução dos preços dos microcomputadores, em função da redução dos impostos, e a facilidade com que a população encontra este tipo de produto a venda no comércio. Além disto, mesmo quem não tem o equipamento em casa consegue acesso através dos Telecentros, salas de informática das escolas, que mesmo nas férias, ficam abertas para a comunidade e há também as “Lan houses”, estabelecimentos que oferecem o acesso à internet a baixo custo.

Com todos estes facilitadores, o aluno está cada vez mais próximo do computador, interagindo com o equipamento para se comunicar, se expressar e se relacionar. Comunidades como Orkut, Facebook, ... possibilitam a criação de redes sociais cada vez mais amplas, onde indivíduos não só da mesma escola ou faculdade se aproximam. É possível se relacionar com pessoas residentes em outras regiões do próprio país ou do exterior, pessoas com idéias e/ou gostos em comum. A comunicação pode ser feita não só por email, mas também em tempo real, através de softwares como MSN Live Messenger, Yahoo Messenger, Skype para os quais os usuários que queiram se comunicar precisam estar online, sendo possível inclusive a comunicação em áudio e vídeo, dependendo somente de os usuários terem webcam, microfone e

altofalantes. Para quem deseja divulgar suas ideias, suas opiniões, escrever suas experiências cotidianas e também colocar imagens e videos, isto é possível através dos blogs, tipo de diário disponível na web que pode ser lido por qualquer pessoa e que possibilita que se receba comentários a cerca dos registros feitos. Atualmente, há os miniblogs, como o Twitter, onde o usuário lê e envia mensagens com até 140 caracteres para as pessoas que fazem parte da sua rede, chamadas de seguidores. Toda esta diversidade de recursos disponíveis na internet mostra algumas possibilidades que o computador apresenta atualmente e nos dá uma percepção acerca das potencialidades deste equipamento no ensino de química.

Neste contexto, onde o aluno tem este nível de interação com o computador fora da sala de aula, a lousa e o giz se tornam pouco atraentes, requerendo do professor um esforço ainda maior em tentar trazer este aluno para a situação de ensino de forma ativa e participativa. Esta participação do aluno se torna importante na medida em que o conhecimento passa a ter valor para o indivíduo quando ele é construído, elaborado em um processo no qual seu conhecimento anterior não é ignorado, podendo ser reconstruído a partir de novos fatos e conceitos a que o aluno tem acesso e possibilidade de questionar. Nesta dinâmica, o computador pode contribuir não só como uma ferramenta de pesquisa, mas também como um equipamento onde o aluno pode interagir e verificar, integrando a aprendizagem através do texto, da língua falada, das imagens gráficas, das animações, do áudio,

do vídeo, das simulações, e dos mundos tridimensionais de modelos virtuais (LEMKE, 2005).

Esta integração de recursos e o desenvolvimento contínuo de novos materiais de ensino ocorrem, principalmente, com o intuito de auxiliar na aproximação do aluno com a ciência, com a elaboração do pensamento da comunidade científica e, conseqüentemente, na apropriação da linguagem e dos conceitos característicos desta comunidade. Esta apropriação inicia nas aulas de Química através não só da linguagem oral, mas também do sistema semiótico característico desta cultura científica ao qual o aluno passa a conviver. Por meio desse sistema, representam-se todos os elementos químicos conhecidos e, por conseqüência, é possível representar átomos, moléculas, enfim, tudo aquilo que constitua os materiais em sua dimensão corpuscular. A elaboração de significados na sala de aula de Química se faz, entre outros fatores, através da codificação e das formas de uso deste sistema semiótico, relevando também as suas relações com a linguagem oral, escrita e gestual. Daí, uma das razões para se considerar aspectos da linguagem, mesmo enquanto códigos, nas investigações sobre a sala de aula de Química.

Nosso interesse é estudar a elaboração de significados com o uso de ambientes multimídia focando o uso de simuladores e/ou animações sobre ligações intermoleculares, disponíveis pela internet, para alunos do ensino médio, que, possivelmente, com o uso e planejamento

adequados, podem trazer aos estudantes possibilidades que até então ficavam restritas ao uso de sua imaginação (VALVERDE y VIZA, 2006).

Neste cenário, a hipótese deste estudo é que a inserção de um recurso multimídia em aulas de ligações intermoleculares altera não só a dinâmica da aula como também a elaboração dos significados. A fala, o gestual e a escrita, tanto do professor quanto dos alunos, são ferramentas capazes de construir e significar conceitos da linguagem química. Com o recurso multimídia, a mediação passa a acontecer também pelo computador, viabilizando aos alunos a visualização de estruturas estáticas e dinâmicas tanto em duas dimensões como em três dimensões, assim como a interação com sistemas e/ou fenômenos com o intuito de facilitar aos mesmos a migração entre os modos de representação química e podendo favorecer a elaboração conceitual de sistemas e fenômenos envolvendo as estruturas submicroscópicas.

Partindo desta hipótese e tendo na literatura o referencial, buscaremos indícios para compreender a seguinte questão:

- A inserção do recurso multimídia pode favorecer a elaboração de conceitos sobre ligações intermoleculares?

A partir desta questão, outras questões apareceram, durante este estudo, como desdobramentos. São elas:

- Como os alunos lidam com estas representações, como interligam as informações obtidas com os conhecimentos que possui, como expressam esta aprendizagem, seja por meio do gestual, da fala ou com o uso de ferramentas multimídia, a fim de apreender os conceitos e significados que as mesmas simbolizam?
- Como se dá (ou não) a compreensão em modo submicroscópico e a transposição entre o mesmo e o modo macroscópico?

Estas questões serão estudadas nesta pesquisa a partir das seguintes situações:

- Dissolução de sal de cozinha em água;
- Dissolução de sulfato de cobre II em água;
- Sistema heterogêneo removedor e água;
- Sistema heterogêneo óleo e água;
- Sistema homogêneo álcool e água.

Capítulo 2 – Referencial Teórico

2.1 – Revisão Bibliográfica

Para melhor se conhecer o que tem sido publicado acerca do uso do multimídia no ensino de química, iniciamos um levantamento bibliográfico envolvendo os principais periódicos com foco em publicações na área do ensino de química onde o uso do ambiente multimídia, envolvendo as ligações intermoleculares se fizesse presente. Esta busca, no período envolvido no levantamento, não retornou nenhuma publicação pertinente ao assunto. Buscou-se, então, nos periódicos, publicações que envolvessem o uso do recurso multimídia no ensino de ciências.

Os periódicos até agora (2010) consultados foram: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *Journal Chemical Education*, *International Journal of Science Education*, *Science Education*, *Journal of Computer Assisted Learning* e *Química Nova na Escola*. A escolha por estes periódicos levou em consideração a importância dos mesmos na divulgação de trabalhos na área de ensino bem como a facilidade de acesso às suas publicações, pois todos estes periódicos disponibilizam praticamente todo o seu conteúdo para consulta online. A procura pelos artigos foi feita através do sistema de busca existente no site de cada periódico, excetuando-se o periódico nacional, com a inserção de

palavras ou de expressões que remetessem de forma direta ao nosso objeto de interesse. Desta forma, não foi necessário fazer a leitura de cada abstract ou do artigo na íntegra para se fazer a seleção. A expressão “multimedia learning” foi usada em todos os mecanismos de busca. No periódico nacional, a busca foi feita pela leitura dos títulos e das palavras chave de cada artigo publicado, em todas as edições disponíveis online.

Os artigos levantados apresentam o uso do multimídia em modalidades de ensino presencial, à distância ou num híbrido entre ambos. Os artigos que relatam o uso do multimídia em ensino a distância tratam, por exemplo, sobre o uso da tutoria através da internet, tratando a interação entre professores e alunos para construir significados sobre tópicos de química (GIORDAN, 2004). Em outro trabalho, são tratadas as dificuldades e desafios do ensino de química à distância, avaliando a eficiência deste método de ensino por abordagens distintas, envolvendo o nível de satisfação dos alunos do curso e a performance dos mesmos (BOSCHMANN, 2003). E há o trabalho desenvolvido por um grupo de professores da Universidade de Iowa, junto com quatro instrutores de química e consultores da área de Iowa, sobre a implementação de um curso de educação a distância colaborativa, envolvendo ciência forense e vários tipos de análises de materiais, como espectrofotometria, análise de água, entre outras (GREENBOWE, 1998).

No universo aqui pesquisado de trabalhos, embora muitos deles sejam relatados em modalidades de ensino presencial, isto não implica que a ferramenta não possa ser utilizada no ensino a distância ou como um complemento, um suporte ou extensão para as atividades desenvolvidas depois da aula. O desenvolvimento de softwares e sua aplicação no ensino é objeto de interesse de vários autores (ADELMAN et al., 2002; BANKS et al., 1999; CAMPBELL; MUZYKA, 2002; CHIMENO et al., 2006; EICHLER; DEL PINO, 2000; SORBY, 2009; SOUZA et al., 2005). No artigo de Banks et al. (1999), há a descrição das funcionalidades de uma tabela periódica interativa, a *Periodic Table Live!*, que além de trazer informações de propriedades físicas e atômica, traz também vídeos de reações envolvendo cada elemento, estruturas em três dimensões do estado sólido, geradas por computador e a construção de gráficos de propriedades selecionadas pelo usuário versus o número atômico. Este software já foi atualizado e em sua última versão (ADELMAN et al., 2002), conta com gráficos interativos de quaisquer propriedades disponíveis no programa. Souza et al. (2005) apresenta o software *Titulando 2004*, um aplicativo educacional de simulação para apoio aos procedimentos de titulação ácido-base, enquanto Eichler e Del Pino (2000) tratam sobre o software Carbópolis, cujo objetivo é propiciar um espaço para o debate de questões relacionadas à poluição ambiental. Sorby (2009) relata em seu artigo um curso criado para desenvolver as habilidades espaciais em três dimensões de alunos de engenharia. Houve o desenvolvimento de um software multimídia, além de livro de trabalho e exercícios baseados em

computador. Para aprender a nomenclatura química de forma mais lúdica e interativa, Chimeno et al. (2006) fazem uma comparação entre o método de ensino tradicional, onde o aluno aprende a nomenclatura e exercita a mesma através de exercícios no final do livro, e dois métodos que usaram formatos similares a jogos (a roda arco-íris e a matriz arco-íris), os quais foram desenvolvidos para uso no computador. O estudo mostrou que os alunos se envolveram mais com as propostas que utilizaram o formato de jogo, pois são mais lúdicas e interativas, não tendo diferença significativa no envolvimento entre elas. O lúdico se faz presente em outro artigo (CAMPBELL; MUZYKA, 2002) que propõe a incorporação de jogos como *Who Wants to Be a Millionaire?* com a finalidade de substituir uma aula de revisão formal conduzida pelo professor. Neste trabalho, este tipo de game sofre adaptações para envolver conceitos químicos e a até mesmo o nome do jogo muda para *Who Wants to Be a Chemist Extraordinaire?* e a pergunta de um milhão de dólares passa a ser a pergunta de “Mole-ian dollar (6.02×10^{23})”. Todas estas modificações são feitas com a ajuda de um editor HTML e, juntamente com um navegador, os professores tem a possibilidade de incorporar animações e sons, tornando possível o uso do game pelo computador.

O uso de ferramentas multimídias é também foco de interesse de vários trabalhos (ADADAN; IRVING; TRUNDLE, 2009; BELL et al., 2010; BRITO, 2001; BOWEN, 1998; COLE E TODD, 2003; COLEMAN, 2003; COLEMAN, 2004a; COLEMAN, 2004b; COLEMAN, 2004c; COLEMAN,

2004d; COLEMAN; FEDOSKY, 2006a; COLEMAN; FEDOSKY, 2006b; CONOVER, 2002; D'AMATO et al., 2007; DUNN, 2002; EICHLER e DEL PINO, 2002; HARPP et al., 2004; HARVEY, 2005; HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006; JENKINSON; FRAIMAN, 1999; JOHNSON, 2008; KANG et al., 2005; KING, 2005; LO, 2002; MELEIRO e GIORDAN, 1999; NICK, 2006; NIECE, 2006; PAVLINIC; WRIGHT; BUCKLEY, 2000; RITTENHOUSE; SOPER; RITTENHOUSE, 2006; SANGER et al., 2007; VAN RYSWYK, 2005; WEINER et al., 2000; YANG; GREENBOWE; ANDRE, 2004; YEZIERSKI; BIRK, 2006), onde as diferenças entre os mesmos aparecem em suas aplicações. No artigo de Kang et al. (2005), o uso de softwares com animações foi implementado como intervenção para introdução do conceito de densidade, demonstrando ao aluno que peso e tamanho não são critérios para predizer se um objeto irá flutuar ou afundar mas que a relação de massa por unidade de volume pode ser um critério alternativo para esta predição; no trabalho de Bowen (1998), videos e animações são utilizadas para medir a compreensão dos modos macroscópicos e particulados da matéria. Ainda sobre a compreensão conceitual da estrutura particulada da matéria, o trabalho de Adadan, Irving e Trundle (2009), caracteriza o tipo de compreensão conceitual antes e depois de os alunos terem completado duas intervenções instrucionais diferentes: uma com múltiplas representações e outra sem, realizadas com simulações online de três fenômenos observados macroscopicamente. Yang, Greenbowe e Andre (2004) relatam o uso de um software interativo, com animações a nível particulado da matéria, para reduzir equívocos conceituais sobre

baterias, dos estudantes de um curso introdutório de química e em outro trabalho o foco é, através do uso de animações, diminuir a lacuna entre homens e mulheres, da compreensão conceitual sobre a natureza particulada da matéria (YEZIERSKI; BIRK, 2006). Ainda sobre este mesmo conceito, Sanger et al. (2007) comparam o uso de questões de múltipla escolha estáticas e, em seguida, questões de múltipla escolha animadas em alunos e os resultados encontrados indicam que a animação minimiza as dificuldades dos alunos em visualizar os movimentos das partículas. Meleiro e Giordan (1999) tratam sobre as potencialidades do ambiente hipermídia para o processo de elaboração de modelos mentais, além de comentar sobre o cd-rom Representações Imagéticas dos Modelos Teóricos para a Estrutura da Matéria. As animações também podem auxiliar num melhor entendimento dos modelos de cela unitária, ilustrando a cela com maior exatidão (RITTENHOUSE; SOPER; RITTENHOUSE, 2006).

As simulações são empregadas para demonstrar a difusão dos gases (HENNESSY; DEANEY; RUTHVEN, 2006), como um prelúdio da discussão sobre movimento randômico das moléculas, em aulas de ciências, a solubilidade de diferentes sais em função das diferenças de entropia de solvatação (COLEMAN; FEDOSKY, 2006a) e também em cursos online, interligando vídeos e páginas de texto (NICK, 2006). No artigo de Pavlinic, Wright e Buckley (2000), o uso de material de química informatizado, com experiências simuladas e exercícios envolvendo animação, não garantiu que os alunos entendessem o

material apresentado, embora todos tenham concluído as tarefas propostas. Brito (2001) descreve um ambiente multimídia para o ensino de cálculo estequiométrico enquanto Eichler e Del Pino (2002) comparam algumas ferramentas, como sites com reportagens, em relação ao seu potencial uso para o ensino de Química.

As visualizações e manipulação de imagens aparecem em trabalhos envolvendo a área de bioquímica (WEINER et al., 2000) e de química orgânica (COLEMAN, 2003; COLEMAN, 2004a; COLEMAN, 2004b; COLEMAN, 2004c), com o interesse em caracterizar as moléculas. A visualização também pode ser empregada de forma a conectar detalhes da estrutura molecular, de ligações e de reatividade com aspectos de impacto da química na sociedade como o CFC, o plástico e moléculas com aplicações médicas, como a aspirina (COLEMAN, 2004d).

O uso integrado de softwares de visualização, como o Jmol, com textos instrutivos e ilustrações animadas, pode auxiliar na aprendizagem de mecanismos de reação em orgânica (COLEMAN; FEDOSKY, 2006b), ou em cursos de formação por computador, de forma a preencher as lacunas, sobre as aplicações da espectrometria de massa, em livros de química analítica e bioquímica (HARVEY, 2005). Há disponíveis softwares de interface gráfica de baixo custo, capazes de interagir com o editor de texto, o construtor de moléculas e um visualizador de escolha do usuário (ANDERSON, 2003). O

desenvolvimento de atividades com suporte na internet e de programas tutoriais é relatado no artigo de Cole e Todd (2003), com o intuito de incentivar os alunos a serem responsáveis por sua própria aprendizagem e fornecer recursos que auxiliem os alunos nos estudos.

Softwares de visualização de apresentações, como o Microsoft PowerPoint, tem seu uso aplicado em apresentações de relatórios de laboratório (JENKINSON; FRAIMAN, 1999), em leituras online com áudio sincronizado, aplicado a cursos de química geral, orgânica e físico-química (HARPP et al., 2004), na elaboração de filmes de curta duração sobre o funcionamento de equipamentos do departamento de instrumental (VAN RYSWYK, 2005), na animação de gráficos lineares bidimensionais, como curvas de aquecimento (NIECE, 2006) e como tela interativa, permitindo anotações à mão livre nos slides durante a apresentação (JOHNSON, 2008).

Há trabalho tratando sobre a integração de leituras tradicionais, multimídias e atividade de laboratório envolvendo a tecnologia de células a combustível (D'AMATO et al., 2007), de forma a auxiliar os alunos a trabalharem de maneira interativa, como também há artigos de caráter informativo, onde destaca-se a análise de pacotes de softwares com tutoriais, vídeos, etc... (SMITH, 2002) e cd-rom (CONOVER, 2002) assim como o uso de softwares matemáticos (LO, 2002; DUNN, 2002) em química quântica e planilhas do Microsoft Excell (KING, 2005; PAGE; BOOTS; FREITAG, 2008) tanto para cálculos

ab initio como para ilustrar a relação entre a estrutura do cristal, o número de coordenação e os raios iônicos.

O trabalho de Bell et al., (2010) revê alguns modelos de questionários colaborativos de aprendizagem, as principais concepções e a descrição de exemplos de ferramentas e ambientes computacionais que suportam os questionários. Estas ferramentas também são analisadas, descrevendo suas funcionalidades e efeitos na aprendizagem dos estudantes.

Há relatos de sites e seus usos para o ensino (CARPI, 2001; MICHEL; SANTOS; GRECA, 2004), jornais e revistas on-line e sua utilização em atividades de aprendizagem (EICHLER e DEL PINO, 1999) assim como do uso de um portal na web (HUME et al., 2006) onde os alunos podem ler, criar e revisar arquivos de notícias do dia-a-dia envolvendo química. Também é possível os alunos alimentarem o portal, o que propicia a colaboração internacional entre estudantes e a utilização de fontes de notícias ao redor do mundo. A avaliação e análise de mensagens de dúvidas enviadas para um serviço de tutoria na web (MEDEIROS, 2009) assim como o relato sobre o desenvolvimento e uso de blogs em uma disciplina de comunicação científica (BARRO; FERREIRA; QUEIROZ, 2008) são outros assuntos de interesse tratados. No trabalho de Giordan e Mello (2000), há a apresentação de alguns serviços disponíveis na internet de atendimento às dúvidas de estudantes sobre química.

Outros artigos relatam o uso de filmes comerciais para ilustrar princípios químicos ou para promover a discussão de tópicos de química (GOLL; WOODS, 1999; GOLL; MUNDINGER, 2003), vídeos educativos (ARROIO e GIORDAN, 2006), vídeos produzidos sobre normas de segurança a partir de trechos de filmes conhecidos dos alunos (MATSON; FITZGERALD; LIN, 2007) e a produção de filmes em Quick Time (PARRIL; GERVAY, 1997), onde uma imagem de molécula, baseada em dados de cristalografia, é relacionada com conceitos básicos, como ligações e estrutura, necessários para explicar as propriedades estruturais das moléculas.

Embora as publicações encontradas não tratem sobre o conceito de ligações intermoleculares, elas nos fornecem um panorama sobre os estudos feitos e publicados, envolvendo o ambiente multimídia. Há vários trabalhos tratando sobre o uso do recurso multimídia, em diferentes situações de ensino, numa tentativa de atrair o aluno para o trabalho que está sendo desenvolvido, buscando envolvê-lo de forma a participar ativamente da aprendizagem. É interessante constatar que muitos trabalhos estão direcionados para o estudo da natureza particulada da matéria, tendo como foco o uso de visualizações, estáticas ou animadas, de representações no modo submicroscópico, de forma a minimizar deficiências na elaboração conceitual que os alunos, dos variados níveis de ensino, possam apresentar.

Esta preocupação vem de encontro à proposta deste estudo, onde será usada uma simulação computacional de sistemas homogêneos e heterogêneos, com suas representações submicroscópicas e macroscópicas, com o intuito de auxiliar a elaboração da relação entre o comportamento das partículas de cada sistema e as propriedades observáveis dos mesmos.

2.2 - Fundamentação Teórica

A sala de aula é um núcleo social que traz em sua constituição vários agentes sociais. Estes agentes interagem uns com os outros em diversos níveis, tendo-se, em consequência, a construção de um contexto histórico-cultural singular, específico desta sala de aula, pois cada agente é um indivíduo único, com ideias e formas de organização do pensamento que refletem suas experiências e concepções.

Esta interação é promovida por ferramentas culturais, como a fala, a escrita, o gestual, que coordenam as ações deste grupo de pessoas, pois para ocorrer a transmissão racional e intencional de experiências e pensamentos a outros, é necessário um sistema mediador – como a fala – para promover o intercâmbio durante o trabalho (VYGOTSKY, 2005).

A função primordial da fala é a comunicação, o intercâmbio social (VYGOTSKY, 2005).

No entanto, ao usar a fala, o homem manipula uma ferramenta não só de comunicação oral e de contato social, mas também uma ferramenta que integra o pensamento, nomeia e classifica o mundo ao seu redor em categorias conceituais em conformidade com os signos de uma linguagem específica. Logo, a palavra faz parte do desenvolvimento cultural, funciona como intercâmbio social e como pensamento

generalizante ao caracterizar uma classe de objetos do mundo (WERTSCH, 1991).

Esta comunicação só é possível porque o pensamento do homem reflete uma realidade conceitualizada, pois o conceito é parte ativa do processo intelectual, empregado continuamente para a comunicação, o entendimento e a resolução de problemas. Segundo Vygotsky (2005, p. 104).

O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar.

Para a formação de conceitos, assim como outros processos mediados, são necessários os signos, pois constituem o meio básico para dominar e dirigir as funções psíquicas superiores e, neste caso, os signos são as palavras, que inicialmente tem a função de meio na formação de um conceito para tornarem-se, mais tarde, o seu símbolo (VYGOTSKY, 2005).

As palavras, na linguagem da ciência, formam um conjunto com parâmetros semióticos particulares, próprios desta comunidade. Pessoas que dominem estes padrões, estas relações de significado, podem transitar com maior facilidade do discurso cotidiano para o diálogo científico. Porém, não se pode ter certeza de que esta transição realmente ocorra, pois isto depende do meio onde se está usando esta

linguagem. Se os interlocutores que formam este meio também já se apropriaram da linguagem da ciência, o ensino da ciência poderá ocorrer de forma tangível, onde todas as pessoas envolvidas conseguem se comunicar dentro da mesma linguagem. Caso estas pessoas não tenham aprendido a utilizar esta linguagem, a comunicação será muito mais difícil, pois elas utilizarão sua própria linguagem para entender o tema, levando a uma construção dos significados muito diferente dos padrões aceitos pelo meio científico (LEMKE, 1997).

A linguagem da ciência tem sua forma particular de construir significado, seu modelo semântico e cabe ao professor introduzir os alunos nesta nova linguagem, apresentando aos mesmos suas especificidades, suas relações de significado. Os alunos precisam aprender a reconhecer “o significado de frases e orações completas, não de palavras isoladas” (LEMKE, 1997, p. 28).

Porém, na sala de aula das últimas décadas, o aluno tem, além da fala, do gestual e da escrita, o computador como ferramenta cultural, capaz de atuar como um mediador nesta construção do conhecimento. Este papel se desenvolve de acordo com os objetivos de ensino e com o planejamento feito para esta ação, incluindo escolha do recurso a ser usado, conhecimento sobre as potencialidades e deficiências, preparação do ambiente de trabalho, entre outros fatores a serem ponderados. No tocante ao ambiente de trabalho, este deve favorecer a interação com a ferramenta. O ambiente aqui é identificado pelo espaço

físico onde estão os alunos e o equipamento. Se o ambiente de trabalho não for preparado, organizado para tal ação, o mesmo pode interferir na qualidade da interação com a ferramenta, conforme nos comenta Wertsch (1999, p. 35) ao usar a definição de Burke, que

Na qualidade de uma cena está implícita a qualidade da ação que terá lugar nela. Isto é outro modo de dizer que o ato será coerente com a cena [...].

Pode-se inferir que um ambiente de trabalho reflete diretamente a ação que se deseja empregar. Segundo Wertsch (1999, p. 36), “a cena é uma ferramenta para interpretar a ação humana e seus motivos.”.

As mesmas implicações da fala como mediadora se aplicam ao computador, quanto ao intercâmbio de informações, construção de significados, através do uso de imagens e/ou textos, e a respectiva interpretação, a leitura destes conjuntos, tanto de imagens estáticas e/ou dinâmicas isoladas assim como com o textual escrito e/ou narrado, sendo estas algumas das possibilidades que o computador apresenta.

Outro obstáculo freqüente nas aulas de química é a dificuldade que os alunos apresentam em compreender esta área da ciência em seus três modos de representação: o macroscópico, o submicroscópico e o simbólico (JOHNSTONE, 1991). Mais do que compreenderem, os alunos apresentam grandes dificuldades em transitar de um modo de representação para outro. Identificamos como modo macroscópico a

observação de fenômenos, como a mudança de estado da matéria. Para os alunos, este modo representacional é tangível pelos seus sentidos, sendo facilmente aceito e assimilado. No entanto, quando o professor faz uso de explicações no modo submicroscópico, como movimento e arranjo das moléculas, para explicar tais fenômenos, o aluno demonstra grandes dificuldades de compreender estas representações, de transitar de um modo concreto para um modo de maior abstração, sem conseguir se apropriar do significado deste modo e da forma como o mesmo é representado, que vem a ser o modo simbólico, onde se usa símbolos químicos, fórmulas e estruturas para representar átomos, moléculas e seus compostos (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2000).

Nossa intenção é estudar como os alunos lidam com estas representações, como interligam as informações obtidas com os conhecimentos que possui, como expressam esta aprendizagem, seja por meio de gestual, da fala ou com o uso de ferramentas multimídia, a fim de apreender os conceitos e significados que as mesmas simbolizam.

2.3 - Multimídia

As TIC's (Tecnologias de Informação e Comunicação) não são apenas ferramentas e recursos. Elas constituem um meio de acesso à informação, instrumento cada vez mais fácil, acessível para a

população, podendo ser utilizada para fomentar o pensar, criar, comunicar e intervir sobre numerosas situações. Constituem também um meio de grande utilidade para o trabalho colaborativo e representam uma base para o homem se desenvolver no pessoal, social, cultural e profissional.

Dentro deste universo das TIC's há várias ferramentas sendo estudadas, como os vídeos, as animações, as simulações, as apresentações em slides, entre outras, tendo como foco entender quando e como estas ferramentas podem afetar a aprendizagem.

A animação é definida por Mayer e Moreno (2002) como sendo uma figura com movimento simulado. Esta definição traz como características importantes a imagem, o movimento e a simulação. A imagem é um tipo de representação pictórica, o movimento é a ação que a animação aparentemente descreve e a simulação é por que a animação é formada por objetos criados a partir de desenhos ou de algum outro método simulado.

Segundo Belhot, Figueiredo e Malavé (2001) a simulação consiste da emulação de uma situação real, a partir de um modelo, que por sua vez corresponde a uma representação simplificada da realidade. Através da simulação, o aluno tem a possibilidade de verificar diferentes situações e/ou procedimentos sobre um objeto ou fenômeno, que

muitas vezes, não podem ser reproduzidos experimentalmente, seja por escassez de material seja pela periculosidade.

Um simulador funciona como um dispositivo que reproduz virtualmente uma situação real (ou que poderia ser real) e dessa forma nos permite “experimentar” os efeitos de um determinado procedimento sem que a situação real esteja de fato ocorrendo (GUILLERMO; TAROUCO; ENDRES, 2005). Ele permite que o aluno construa seu próprio modelo, o que muitas vezes não consegue fazer de forma apropriada somente com a fala do professor ou com a leitura de textos, recorrendo à memorização. Desta forma, é possível que o aluno possa aprender de forma mais eficaz sobre um sistema real, devendo para isto estar atento aos aspectos mais relevantes, para que o modelo simule seu comportamento de forma mais próxima do real (TOVAL; FLORES, 1987).

Neste estudo, focamos nosso olhar no recurso multimídia, sendo este aquele que “integra em um único meio informações visuais e sonoras, dispensando uma grande quantidade de dispositivos, como projetores e leitores de CD e de vídeo, para acioná-las. Cada um dos meios (daí o termo mídia) envolvidos nessa trama traz suas próprias estruturas de linguagem e, quando operados em conjunto, estabelecem novas relações de significado, cujas possibilidades ainda estão longe de ser totalmente compreendidas e exploradas” (GIORDAN, 2003, p.4).

Os recursos multimídia podem auxiliar os alunos a construir as relações entre textos, gráficos, diagramas e outras representações largamente utilizadas no ensino de Ciências (LEMKE, 1998).

Os instrumentos culturais – a fala, a escrita, os computadores, etc. – expandem os poderes da mente “tornando a sabedoria do passado analisável no presente e passível de aperfeiçoamento no futuro” (VYGOTSKY et al., 1988, pág. 26).

Estes recursos podem ter um impacto significativo no ensino de conteúdos específicos, como é o caso da Química. O computador pode ser usado de forma restrita a um tópico específico do conteúdo, na tentativa de se compreender os caminhos para que ocorra o maior aproveitamento possível da ferramenta (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2007; BARNETO; MARTÍN, 2006; e SÁNCHEZ, 2007). Os recursos podem ser empregados como facilitadores das interações entre professores, entre professores e alunos e entre os próprios estudantes, indo além da simples interação aluno-conteúdo (GRAS-MARTÍ; CANO-VILLALBA; VALERO, 2004; REZENDE; OSTERMANN, 2006, CAMPANARIO, 2003; CALVO; STENGLER, 2004 e GARCÍA; GRECA; MENESES, 2008).

O seu uso também pode colaborar no reforço da importância da linguagem visual e novas formas de representação, facilitar uma ênfase por parte do professor nas capacidades de ordem superior, valorizar as

possibilidades de realização, na sala de aula e fora dela, de projetos e atividades de modelação, exploração, simulação e investigação (LITTLEJOHN, et al., 2002; TRINDADE; FIOLHAIS; ALMEIDA, 2002). Neste trabalho, foi realizado um levantamento das aplicações envolvendo este recurso em trabalhos publicados em seis periódicos de reconhecida relevância na área de ensino.

Alguns estudos qualitativos, como os de Wu, Krajcik e Soloway (2000), trazem resultados positivos do uso de ferramentas tecnológicas na visualização de átomos, de ligações e de suas moléculas, promovendo o entendimento conceitual das representações químicas em níveis macroscópicos, microscópicos e simbólicos e auxiliando os alunos na aquisição da habilidade de transpor de um tipo de representação para outro, de forma a melhor compreender as propriedades dos materiais, como, por exemplo, a polaridade. Ao mesmo tempo, este estudo sugere que é importante fornecer aos alunos tanto modelos concretos como modelos computacionais, pois “estudantes diferentes tem preferências diferentes” (p. 12).

Ao reconhecer as potencialidades da ferramenta, se torna necessário também conhecer melhor as teorias que subsidiam este recurso, possibilitando não só um melhor entendimento do seu funcionamento, como ferramenta de mediação, mas também sustentando uma escolha mais consciente, ponderando seus benefícios e discutindo suas deficiências. A aproximação com estas teorias se dará

no próximo subitem deste trabalho, onde as mesmas são trazidas de forma a dar subsídios às análises posteriores que serão feitas.

2.4 - Teoria da Carga Cognitiva

Esta teoria foi fundamentada, inicialmente, por John Sweller e seu desenvolvimento vem ocorrendo com a contribuição de outros pesquisadores (AYRES; GOG, 2009). Ela se baseia no sistema de memória humano e, especialmente, nas relações entre a “memória de trabalho” (working memory) e a “memória de longa duração” (long-term memory). A memória de trabalho é onde ocorre o processamento de novas informações e sua capacidade, tanto de processamento como de armazenamento, são limitados. Portanto, está muito vulnerável a uma sobrecarga cognitiva, que ocorre se a quantidade e a complexidade da informação excederem a sua capacidade de funcionamento. Quando esta sobrecarga ocorre, a compreensão e a aprendizagem são afetadas negativamente (HASLAM; HAMILTON, 2009; LEUTNER; LEOPOLD; SUMFLETH, 2009). Já a memória de longa duração aparenta ter uma capacidade ilimitada para armazenar informações. Todas as informações que não são usadas continuamente, mas são necessárias para a compreensão de algo, ficam na memória de longa duração. Nela se constroem os esquemas, estruturas de conhecimento hierarquicamente organizadas ao redor de conceitos centrais, agindo

como elementos únicos na memória de trabalho. Estes esquemas são de extrema importância para a compreensão de novas informações. No entanto, as limitações de capacidade e de duração da memória de trabalho são o funil para a construção destes esquemas, pois é onde os elementos da informação precisam ser organizados, processados, combinados, etc, antes de se tornarem consolidados na memória de longa duração (AYRES; GOG, 2009). Estas limitações tornam-se significativas quando envolvem tarefas complexas, com um grande número de elementos de informações interagindo (HASLAM; HAMILTON, 2009; MILLER, 1956; KIRSCHNER, 2002). Ao mesmo tempo, estes esquemas são capazes de diminuir a carga cognitiva na memória de trabalho, pois pode ser qualquer coisa que foi aprendida e tratada como uma entidade única. Se a aprendizagem ocorreu por um longo período de tempo, o esquema pode incorporar uma enorme quantidade de informações. Em resumo, a construção do esquema ajuda no armazenamento e na organização da informação na memória de longo prazo e reduz a carga da memória de trabalho (AYRES; GOG, 2009; KIRSCHNER, 2002; SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 1998).

A carga cognitiva imposta ao funcionamento da memória é formada por três categorias: *a carga cognitiva intrínseca, a carga cognitiva natural ou relevante e a externa ou irrelevante*. A intrínseca é imposta pela complexidade do conteúdo do material de ensino e pelo nível de interatividade entre os elementos, para minimizá-la, pode-se

segmentar o conteúdo e disponibilizá-lo em uma sequência, onde os elementos tem baixa ou nenhuma interatividade entre si. A natural ou relevante é imposta pelas atividades de ensino que beneficiam a aprendizagem devido à construção de esquemas e a transferência de informações dentro da memória de longo prazo. A externa ou irrelevante é imposta pela apresentação do material, não interfere na construção de esquemas e, conseqüentemente, desperdiça recursos mentais limitados que poderiam ser usados para auxiliar a carga natural (SANTOS; TAROUCO, 2007; SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 1998).

2.5 - Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

Esta teoria é desenvolvida por Richard E. Mayer e seus colaboradores e se baseia em três suposições sugeridas por pesquisadores cognitivos: a suposição do duplo canal, na qual nós teríamos canais separados para processar as representações visuais/pictóricas e as verbais/auditivas, a suposição da capacidade limitada, onde somente algumas partes da informação são processadas ativamente por qualquer canal a qualquer momento e o processamento ativo, que nos traz a idéia de que a aprendizagem significativa ocorre quando o iniciante se envolve em processos cognitivos a partir da seleção de material relevante, organizando-o dentro de uma

representação coerente e integrando este material com o conhecimento pré-existente (MAYER; MORENO, 2002; SANTOS; TAROUÇO, 2007).

A partir desta teoria e das pesquisas empreendidas nesta área do conhecimento, alguns princípios são defendidos como base para orientar a elaboração de materiais multimídia, a fim de reduzir a carga cognitiva e favorecer a aprendizagem. São eles:

- Princípio multimídia: os alunos aprendem melhor a partir da narração com animação do que somente a narração. Os estudantes conseguem construir melhores conexões mentais correspondentes a palavra e a imagem, quando ambas são apresentadas do que quando somente uma é apresentada e a outra necessita ser imaginada.
- Princípio da Contigüidade Espacial: os alunos aprendem melhor quando o texto e a animação referente ao mesmo estão próximos na tela, pois não há desperdício de carga cognitiva na procura da animação correspondente ao texto.
- Princípio da Contigüidade Temporal: os alunos aprendem melhor quando a narração e a animação são apresentadas ao mesmo tempo, pois ambas estarão na memória de trabalho, ao mesmo tempo e, desta forma, possibilitam melhores conexões mentais.

- Princípio da Coerência: os alunos aprendem melhor quando palavras, animações e sons irrelevantes ao conteúdo não são incluídos. Há uma diminuição da carga cognitiva, focando a atenção do aluno ao que é importante para seu aprendizado.
- Princípio da Modalidade: os alunos aprendem melhor a partir da narração e animação simultâneas do que da animação com texto na tela. A narração concomitante com a animação favorece o processo cognitivo pois dois canais sensoriais são estimulados ao mesmo tempo – o visual e o auditivo –, reduzindo a carga cognitiva para o aluno.
- Princípio da Redundância: os alunos aprendem melhor quando a animação e narração são simultâneas do que quando as mesmas são separadas, pois diminuem a carga cognitiva, promovendo um melhor aproveitamento das capacidades da memória de trabalho.
- Princípio da Personalização: os alunos aprendem melhor quando a narração se assemelha mais a uma conversação do que a um estilo formal, pois estão pessoalmente envolvidos na conversação.

Estes princípios, desenvolvidos por Mayer e colaboradores, não são rígidos; são norteadores e, como tal, possuem flexibilidade de se adequarem às diversas situações de ensino que envolvam a ferramenta multimídia.

O uso do recurso multimídia e o conhecimento das teorias cognitivas que o subsidiam, envolvem, em conjunto, uma análise sustentada na teoria sociocultural de Vygotsky, pois todas as ações efetuadas com a ferramenta se fazem em uma sala de aula e/ou de informática, onde estão os agentes da ação, alunos e professor, o próprio ambiente que, como citado anteriormente, interferirá na qualidade da interação, como ela ocorre e qual o objetivo. Desta forma, nossa investigação será realizada levando em consideração o contexto em que a ação acontece, olhando a tensão existente entre o agente e as ferramentas de mediação. Percebemos neste momento, a dificuldade em separarmos o contexto social de ensino-aprendizagem do processamento cognitivo do indivíduo em contato com a ferramenta, ou seja, a dificuldade em analisarmos a situação de ensino-aprendizagem somente pela ótica da teoria sócio-cultural ou somente pela abordagem da psicologia cognitiva, já que as situações de ensino, aqui estudadas, não aconteceram isentas da presença do professor nem dos colegas de sala.

Outro ponto a ser considerado é que, ao se estudar a elaboração de significados, investigamos se os alunos dominam a ferramenta, o “saber como” (WERTSCH, 1999, p. 87) usar uma ferramenta cultural com facilidade, de forma hábil, e a apropriação do conceito, que significa que o agente “toma algo” que pertence a outro e o faz dele. Ao atingir a apropriação, o agente não é somente habilidoso mas já internalizou o conceito, podendo fazer uso do mesmo em outros

contextos, com outras ferramentas culturais, adequando o seu conhecimento. Isto significa que em nossa investigação, os agentes estarão expostos a um sistema semiótico ao qual, primeiramente, empenharão esforços em dominar. Para auxiliar neste domínio, é relevante considerar os princípios da Teoria Cognitiva de Mayer, já que a mesma tem como objetivo esclarecer a aplicação da Teoria da Carga Cognitiva em ferramentas multimídia de forma a otimizar a aprendizagem. Isto se traduz em uso de recursos que não sobrecarreguem a memória de trabalho, fazendo com que a mesma processe as informações, ligando-as a conhecimentos pré-existentes, de forma a facilitar a construção dos esquemas. Não obstante, a preocupação com a compreensão dos três modos de representação não pode ser ignorada, pois um dos objetivos no ensino de química é que o aluno consiga transitar entre os mesmos, aprofundando seu repertório conceitual, possibilitando que o aluno interprete informações em modo simbólico e não somente escolher a que melhor se ajusta ao problema em questão (GABEL, 1993). Ao passo que se tornem mais hábeis com a ferramenta, nossos agentes serão expostos a situações de registro conceitual, como roteiros envolvendo simulação e questionários pré e pós atividades, nos quais terão oportunidade de emprego do conceito em situações distintas àquelas do contato inicial.

Além disto, o trabalho com o computador como ferramenta cultural, envolve não somente o aluno e a ferramenta, mas também um outro agente social, na figura de um professor ou de um outro colega da

turma, que também participará da ação, agindo em alguns momentos também como mediador, através da sua fala, do seu gestual, havendo a construção do conhecimento através da tensão entre os agentes e a ferramenta, fomentando a circulação de informações e a elaboração de significados.

2.6 - Modelos Mentais

A visualização é central na aprendizagem, especialmente nas ciências, onde os estudantes têm que aprender a transitar dentro e entre as modalidades da representação (GILBERT, 2005). Na química, a visualização ocorre no nível fenomenológico, através da observação direta dos fenômenos, mas também através de modelos, os quais representam os fenômenos ao modo submicroscópico. Os modelos são representações de uma idéia, de um objeto com o intuito de facilitar a compreensão de um fenômeno, possibilitar a construção de explicações e previsões a cerca do sistema em estudo (FERREIRA; JUSTI, 2008).

De acordo com Gilbert (2005, p. 11),

[...] modelos podem funcionar como uma ponte entre a teoria científica e o mundo vivenciado (realidade) de duas maneiras. Eles podem agir como descrições simplificadas do real observado, produzido para finalidades específicas, como para as abstrações das teorias. Podem, igualmente, serem idealizações de uma realidade imaginada, baseada nas abstrações da teoria, produzidas de modo que possam ser feitas as comparações com a realidade observável.

A comunidade científica faz uso contínuo dos modelos para fins de explicação de fenômenos ou como subsídio para as teorias. Estes modelos são aceitos pela comunidade e sua elegibilidade é negociada de acordo com a fidelidade das informações que o mesmo sustenta. Os químicos apresentam uma grande facilidade em usar estes modelos para não só compreender e/ou prever fenômenos mas também como ferramenta para transitar entre os três modos de representação (JOHNSTONE, 1991 e 2010). Para os estudantes das ciências, especialmente a Química, a compreensão dos modelos e do que representam é um fator que delimita seu conhecimento e sua capacidade de reflexão sobre alguns conceitos.

Ao nos defrontarmos com conceitos referentes à natureza descontínua da matéria, fazemos uso de modelos para representar todo este universo submicroscópico, invisível aos nossos olhos. Estes modelos são um sistema simbólico específico, formado por equações químicas, diagramas de estrutura molecular, gráficos de concentração e modelos computacionais em duas dimensões e em três dimensões (KOZMA; RUSSEL, 1997). Desta forma, ao introduzir conceitos químicos em sala de aula, passamos a transmitir aos alunos um sistema representacional singular que irá mediar seu aprendizado. Para que esta comunicação se efetive, é necessário que o professor use de estratégias diversificadas para verificar como está ocorrendo esta comunicação, pois a visualização destes modelos, por si só, não garante que o aluno apreenda seu significado. É preciso instrumentar o aluno

nesta leitura imagética, dar a ele subsídios para entender, compreender, “ler” esta nova linguagem e dar a ele a oportunidade de expor seu entendimento, sua interpretação dos modelos, para que o professor possa atuar durante a sua construção.

Quando um indivíduo é exposto a um fenômeno, ele inicia seu contato com este sistema através das suas percepções, sejam elas auditivas, olfativas, táteis ou visuais (KOZMA; RUSSEL, 1997) e constrói, através destas percepções, seus modelos mentais, que são representações internas do mundo externo. Os modelos mentais apresentam uma estrutura análoga à estrutura do que representam ou do que concebemos e por isso, podem ser movimentados livremente. Podem ser dinâmicos, estáticos, apresentar duas, três ou mais dimensões, dependendo somente do indivíduo que o cria (MOREIRA; GRECA; PALMERO, 2002). É através deles que o indivíduo interage com o mundo, tenta compreendê-lo e fazer previsões sobre o mesmo. Esta construção de modelos se dá no contato que o indivíduo tem com o mundo e, na sala de aula, ela ocorre através da fala do professor, do seu gestual e da visualização de imagens, as quais estão presentes nos livros, nos filmes, nas animações, nas simulações, etc...As imagens usadas por professores, assim como por cientistas, podem ser classificadas como “modelos conceituais” pois são

[...] aqueles desenhados por cientistas, engenheiros e professores para facilitar a compreensão e o ensino de sistemas físicos, o estado de coisas físicas ou fenômenos naturais. (MOREIRA; GRECA; PALMERO, 2002)

Estes são representações externas aceitas pela comunidade a que se referem e fiéis ao conhecimento científico que sustentam. Já os modelos mentais possuem a mesma funcionalidade que os modelos conceituais mas não necessariamente o mesmo aspecto já que os mesmos são criados por indivíduos de forma pessoal. Podem ser aperfeiçoados em sua funcionalidade, dependendo, por exemplo, do conhecimento do indivíduo.

Os modelos mentais criados por especialistas são parcialmente consistentes, de conceitos e fenômenos químicos, permitindo o reconhecimento de conceitos apropriados a serem aplicados a novas situações. Já os estudantes principiantes possuem modelos mentais incompletos e incompatíveis com os conceitos científicos, pois representam problemas devido às suas características superficiais, ao conhecimento muitas vezes fragmentado e desconectado que o indivíduo possui. Enquanto o especialista trabalha com modelos mentais subsidiados por conhecimento prévio consistente, os principiantes trabalham com os modelos mentais vendo somente os objetos e eventos visíveis (KOZMA; RUSSEL, 1997).

Um estudo feito por Galagóvsky, Giacomo e Castelo (2009), mostra, através de entrevistas e de desenhos, como especialistas usam modelos mentais distintos para explicar fenômenos sobre as ligações intermoleculares e quais as consequências didáticas do uso de um sistema gráfico não consensual e, por muitas vezes, incompleto. Neste

mesmo trabalho, faz-se a conceituação de modelo conceitual e modelo explícito, onde o modelo conceitual tanto pode ser o modelo mental quanto o modelo explícito, já que este último se traduz em um conjunto de informações sobre o modelo mental em linguagens distintas. Aqui percebemos uma distinção entre a definição de modelo trabalhada por Galagóvsky (2009) e por Justi e Ferreira (2008), pois para estas últimas os modelos são representações de uma idéia, de um objeto com o intuito de facilitar a compreensão de um fenômeno, possibilitar a construção de explicações e previsões a cerca do sistema em estudo enquanto para Galagóvsky trata o modelo como um conjunto gráfico que se expressa por diversas linguagens (palavras, signos, códigos e formatos sintáticos) com um significado, aceito ou não, em cada linguagem, sendo que para um evento ser modelado, se faz necessário o uso de várias linguagens, e não de uma só, já que o grau de complexidade dos eventos na ciência não seriam completamente trabalhados por um único meio de expressão; este, isoladamente, não seria suficiente. Neste trabalho adotaremos, para análise dos resultados, a definição trabalhada por Justi.

Sendo os modelos mentais as ferramentas que os indivíduos usam na construção do conhecimento, se torna relevante conhecer os modelos mentais que os indivíduos possuem, através de representações externas como desenhos e descrições textuais. Portanto, o uso de diferentes recursos de visualização de imagens e de registros destas representações pode incentivar os alunos a pensarem sobre o conceito

assim como, elaborarem e/ou aprimorarem seus modelos mentais. Em um estudo feito por Ardac e Akaygun (2004), o uso de material de registro, em conjunto com o recurso multimídia, também foi empregado e apresentou-se como um aliado na análise das representações dos alunos envolvidos, já que possibilita ao aluno um momento de reflexão sobre o que será registrado, sendo possível uma reorganização de suas representações internas, de modo a viabilizar o registro de representações externas mais adequadas à situação de estudo, além de favorecer ao professor/pesquisador mais dados de análise sobre as representações e as possíveis modificações feitas (ou não) pelo aluno.

Capítulo 3 – Metodologia

3.1 - Procedimento Metodológico Empregado

A metodologia, neste estudo, foi organizada em dois momentos, contemplando a metodologia de ensino e a metodologia de pesquisa. Cada uma delas é detalhada a seguir.

3.1.1 – Metodologia de Ensino

O estudo foi realizado com uma sala de 26 alunos do 2º ano do Ensino Médio, período semi-integral, de uma escola particular, situada na zona sul da cidade de São Paulo. A escola tem ampla estrutura, com quatro laboratórios científicos, sendo um deles de química, equipados com materiais e equipamentos adequados às atividades desenvolvidas, seis salas de informática com acesso à internet banda larga e equipamentos sempre atualizados e todas as salas de aula equipadas com computadores, telas de projeção retráteis e projetor fixo. Todas as salas de ensino são organizadas para um determinado número de alunos, como no caso do laboratório de química, que foi concebido e estruturado para receber turmas de até 20 alunos, distribuídos em cinco bancadas.

Os alunos do ensino médio têm quatro aulas teóricas de química e uma de laboratório, por semana, onde a turma é dividida em dois grupos de acordo com os números de chamada. A proposta de trabalho empregada foi disponibilizar aos alunos o acesso a um recurso multimídia previamente selecionado, para ser utilizado durante uma aula de laboratório, a qual foi desenvolvida em uma das salas de informática disponíveis na instituição.

O recurso selecionado é chamado “Ligações Intermoleculares”, software de acesso gratuito encontrado no endereço <http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/pt/ligintermol/index.html>. Este software foi produzido e aplicado por Ms. Manuel Eduardo Fernandes Salgueiro, no decorrer de seu trabalho para a elaboração de sua dissertação de mestrado intitulada “Simulações *on-line* para o ensino e aprendizagem da Química”, a qual foi defendida na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, em Janeiro de 2003.

A proposta apresentada, para a supervisão de disciplina da escola, foi de inserção do recurso multimídia em uma aula de laboratório a ser desenvolvida em um dos laboratórios de informática, de maneira a favorecer a interação dos alunos com a ferramenta, trabalhando individualmente nas máquinas disponíveis. O conteúdo de forças intermoleculares estava sendo desenvolvido com os alunos nas aulas teóricas, situação esta que corroborava para que o recurso fosse utilizado com os alunos, possibilitando uma nova oportunidade de

estudo dos conceitos pertinentes e de trabalho com a visualização das representações das partículas envolvidas. A situação planejada para o uso da ferramenta foi o uso de recurso multimídia sobre forças intermoleculares, tendo entre os sistemas simulados, sistemas que foram tratados em aula laboratorial anterior e também exemplos citados e estudados nas aulas teóricas.

Durante as aulas teóricas, a sequência didática trabalhada foi desenvolvida na seguinte ordem:

- Retomada dos conceitos de ligações interatômicas, eletronegatividade, caráter iônico, geometria molecular e polaridade. Estes conceitos já haviam sido trabalhados no ano anterior mas, em razão do intervalo de tempo que os alunos não trabalhavam com estes conceitos, se fez importante uma nova oportunidade de estudo.
- Identificação e caracterização dos sólidos iônicos, covalentes e moleculares.
- Identificação e caracterização das ligações intermoleculares (dipolo instantâneo, dipolo permanente e ligações de hidrogênio) e suas conseqüências nas interações entre substâncias, com relação à solubilidade.

Esta sequência didática foi determinada pela apostila usada no curso de química do segundo ano do ensino médio. O autor da apostila é o supervisor da disciplina, que também leciona em duas turmas do segundo ano e em todas as turmas do terceiro ano da instituição.

Entre os exemplos abordados nas aulas teóricas comentou-se sobre situações de solubilidade do cotidiano, como mancha de graxa na roupa, derramamento de petróleo no mar, mistura de álcool na gasolina, entre outros. Esta abordagem, partindo de situações próximas do dia-a-dia do aluno, é citada por Gabel (1993), pois os alunos podem não compreender os conceitos abordados, mesmo com instruções em todos os três modos de representação, se os fenômenos considerados não forem relacionados ao dia-a-dia dos estudantes. Durante as aulas, foram usadas representações imagéticas do modo macroscópico (figuras de cristal de sal de cozinha, iceberg, quartzo, etc), submicroscópico (arranjo das partículas de água no estado líquido e no sólido, do grafite, do diamante, etc) e simbólico (fórmulas moleculares de diversas substâncias), tanto no material impresso apostilado como nos slides preparados para as aulas.

3.1.2 – Metodologia de Pesquisa

Como um de nossos objetivos é estudar a compreensão em modo submicroscópico e a transposição entre o mesmo e o modo macroscópico, julgamos oportuno aplicar um questionário antes da atividade prática e após esta mesma atividade, para que o aluno tenha a oportunidade de fazer registros, escritos e pictográficos, de suas representações. Desta forma, será possível analisar qual é o seu entendimento sobre os modos de representação, antes da inserção do recurso multimídia, assim como posteriormente, promovendo um cenário onde esperamos poder constatar a ocorrência ou não de mudanças em suas representações, o que implicará em possíveis mudanças em seus modelos mentais. Todo material de registro escrito elaborado para uso com os alunos está no apêndice, no final deste estudo.

O recurso multimídia vem de encontro com o uso da tecnologia para expandir o significado dos fenômenos químicos e dos sistemas em escala submicroscópica e para o mundo fora da sala de aula. De acordo com Russel et al. (1997),

“A visualização de fenômenos químicos e conceitos interligados com animações em nível submicroscópico e o uso de exemplos a partir do dia-a-dia do aluno podem auxiliar os iniciantes visuais e estimular mais os estudantes a atingir uma melhor compreensão de conceitos químicos.”

Alguns pesquisadores, em seus artigos, relatam o uso de ferramentas de visualização com o objetivo de facilitar a compreensão da natureza particulada da matéria ou promover mudanças conceituais nos estudantes sobre o comportamento das partículas (SNIR; RAZ; SMITH, 2003; KOZMA et al., 2000; ADADAN; IRVING; TRUNDLE, 2009; BOWEN, 1998; YEZIERSKI; BIRK, 2006; SANGER et al., 2007). Pesquisa envolvendo as representações visuais revelou que o uso de ferramentas visuais, tais como modelos moleculares computadorizados animados ou estáticos, acompanhadas de discurso oral e escrito, facilitam a construção de concepções científicas (KOZMA et al., 2000).

A compreensão da natureza particulada da matéria é um dos tópicos centrais das ciências, em particular da Química, e, de acordo com Adadan, Irving e Trundle (2009), envolve os seguintes aspectos: a natureza das partículas por elas mesmas, o distanciamento relativo e o arranjo entre elas, a existência de forças eletrostáticas entre as partículas (ligações intermoleculares) e o movimento intrínseco das partículas. Estando este conceito, pela sua natureza, vinculado ao modo de representação submicroscópico, é oportuno que se disponibilize aos estudantes ferramentas que facilitem aos mesmos a compreensão deste conceito.

3.1.2.1 - Coleta de dados

A aplicação do questionário prévio ocorreu ao final de uma aula teórica, na mesma semana em que os alunos teriam a vivência do uso do recurso multimídia escolhido.

Os alunos estavam dispostos individualmente e solicitou-se que se mantivessem assim durante toda a leitura e nos momentos de registro escrito, com o intuito de se obter dados que refletissem a compreensão que cada indivíduo possuía sobre os assuntos questionados.

Até este momento da aplicação deste questionário, os alunos já haviam tido aulas teóricas envolvendo todo o conteúdo da apostila e estavam na última semana que antecedia às provas bimestrais. Durante todas as aulas deste conteúdo, os alunos tinham sido expostos a representações, como o retículo cristalino de sal de cozinha em água, com suas respectivas representações iônicas e moleculares, para evidenciar a orientação das partículas de água ao se aproximarem dos íons.

Este questionário, envolvendo questões abertas e de registro pictográfico, levou aproximadamente 15 minutos para ser respondido pelos alunos. Alguns solicitavam alguma orientação com relação à

interpretação das questões mas eram orientados a realizarem suas próprias interpretações. Em nenhum momento se fez qualquer intervenção que pudesse induzir os registros dos alunos.

Na mesma semana, no horário das aulas de laboratório, os alunos foram para a sala de informática, a fim de usarem o recurso multimídia e durante o uso os alunos tinham um roteiro estruturado com questões abertas sobre as situações simuladas pelo recurso. Foi solicitada à instituição de ensino a autorização para gravação em áudio e vídeo desta aula, mas não se obteve a mesma. Neste momento também se teve o cuidado de não interferir na leitura das imagens no simulador, tampouco de interferir na elaboração textual que os mesmos faziam sobre a atividade. Os alunos foram dispostos um em cada equipamento, diminuindo as possibilidades de intercâmbio de informações entre eles.

Posterior a esta aula, estava programada a aplicação de outro questionário onde, além de duas questões abertas, a questão do questionário prévio, envolvendo a visualização macroscópica e submicroscópica, foi repetida a fim de criar a oportunidade dos alunos modificarem ou complementarem suas representações, caso quisessem. No entanto, este questionário só foi aplicado depois de, aproximadamente, 45 dias da realização da atividade. Este intervalo de tempo ocorreu devido ao calendário escolar, pois tanto o questionário prévio como a atividade com o recurso só puderam ser desenvolvidas no final do segundo bimestre, tendo ocorrido, em seguida, as provas

unificadas (bimestrais) e as férias escolares. Portanto, o questionário após atividade só foi respondido pelos alunos em meados de agosto, com o retorno das férias. Este intervalo de tempo entre a atividade realizada e o questionário posterior a mesma é um fator a ser levado em consideração já que o referencial de imagens dos alunos não está tão vivo em sua memória quanto se tivesse acabado de utilizar o recurso. No entanto, esta coleta feita mais tardiamente nos dará a oportunidade de analisar registros com informações que já fazem parte das estruturas cognitivas do aluno, em específico de sua memória de longo prazo, possibilitando a identificação do que efetivamente foi apreendido sobre os conceitos estudados.

No entanto, para que assegurássemos que os alunos lembrassem os registros realizados antes do uso do recurso e tivessem a possibilidade de, efetivamente, poderem reelaborar os registros, foi permitido que os alunos consultassem os registros realizados no questionário prévio. Evidentemente, esta situação facilitaria uma possível cópia dos registros mas era fundamental garantir que os mesmos não tentassem “adivinhar” o que haviam feito pois, neste caso, não teríamos qualquer subsídio para análise.

Os modelos dos questionários usados neste estudo, assim como os questionários respondidos pelos alunos encontram-se no apêndice.

Capítulo 4 – Resultados e Discussão

4.1 – Questionário prévio

Neste questionário, haviam seis questões abertas onde o objetivo era mapear quais as idéias prévias dos alunos sobre modelos na área das ciências, sobre a relação entre modelo e realidade, qual o entendimento que os mesmos traziam sobre a representação, qual o entendimento sobre animação e simulação computacional, como explicariam a interação entre as moléculas e o grau de importância deste tópico e uma questão sobre o sistema copo com água, onde perguntava-se se as moléculas estão em movimento, solicitando-se uma explicação da resposta. Havia também uma sétima questão onde era solicitado ao aluno que representasse, através de registros pictográficos, o macroscópico e o sub-microscópico, das substâncias participantes das misturas água/sal de cozinha, água/sulfato de cobre II (CuSO_4), água/removedor, água/álcool e água/óleo de cozinha.

Na primeira questão dos 22 questionários respondidos, em 9 questionários as respostas dos alunos identificam o modelo como uma representação da realidade, “*criado para facilitar o entendimento do estudo.*”, ou “*uma amostra geral de alguma substância.*”, “*um modo de representação.*” sem explicitar o que o modelo representa ou quais as características que pode apresentar ou “*que as vezes não é uma cópia*

*exata mas tem algumas modificações.” ou ainda que “é a representação das características de uma substância pela forma que ela é. É o que deveria acontecer, é o modelo da coisa.”, como se o modelo fizesse a previsão do que está sendo modelado. Entende-se, em uma das falas citadas, o modelo como uma representação, tal como é definido por Gilbert (2005), Ferreira e Justi (2008), assim como, em outra fala citada, percebe-se que o aluno indica a limitação do modelo com relação às características do evento científico representado. Outros 2 alunos afirmam que é um “*exemplo de como as coisas acontecem de verdade na natureza, é um modo de mostrar, explicar como os átomos e moléculas são e atuação (sic) na realidade*”, tratando o modelo como verossímil, sendo a realidade por si e não uma representação da mesma, com o objetivo de “*facilitar a aprendizagem*”. Neste ponto, compreendemos que a fala do aluno reflete o uso do modelo como ferramenta de ensino, limitando-o a este papel. Outro aluno afirma que “*é uma representação macroscópica de alguma coisa que só pode ser visto microscopicamente. Por exemplo, modelos de moléculas através de esferas e varetas.*”, denotando que entende o modelo como uma ferramenta que possibilita estudar partículas invisíveis a olho nu, tornando-as, desta forma, tangíveis aos sentidos. Em outros 4 questionários, um dos alunos afirma que “*é uma simplificação ou generalização de como algo devia ser, por exemplo, o modelo de um átomo (sic), no modelo ele é tido como redondo, perfeito e etc, mas na verdade não tem a forma definida, é abstrato.*”, enquanto os outros 3 alunos afirmam que “*é uma representação muito simplificada da ciência. Ex: para facilitar a**

representação usamos bolas como se fossem átomos.”, referindo-se ao uso de modelos concretos para a representação do átomo. Nestes registros, percebe-se a idéia de que o modelo tem limitações, com características parciais do objeto ou evento representado.

Duas respostas indicam o modelo como *“algo para facilitar o entendimento do aluno”*, denotando que o modelo, para estes alunos, tem a função de ferramenta de ensino, ao contrário de outro aluno que afirmou ser *“uma referência pela qual os cientistas se baseiam para fazer seus estudos, mesmo não sendo muito fiel a realidade, eles dão uma boa base”*, indicando que o modelo está restrito ao uso dos cientistas, não dando indícios de que alunos possam fazer uso ou que reconheçam nele uma ferramenta de comunicação. Houveram 2 alunos que afirmaram ser *“uma referência – base para comparar e analisar outras situações.”*, enquanto outros 2 alunos afirmaram que *“é uma tentativa de demonstrar qualquer objeto real de maneira que possamos entender”* ou *“algo que chegue o mais próximo possível da realidade para representar algo”*, denotando que o papel do modelo é auxiliar na compreensão da realidade.

Na segunda questão, 12 alunos responderam que o modelo “é a representação da realidade”, que *“explica a realidade de maneira mais compreensível.”*, sem explicarem o que significa esta afirmação. Pode-se entender que o modelo, por si só, explica a realidade, sendo este auto-explicativo e sem restrições. Um destes alunos complementou que *“nem*

sempre este modelo fica igual a esta realidade pois seria impossível representar perfeitamente, uma vez que a ciência não é perfeita.”. Por este registro o aluno indica sua percepção da limitação da ciência para explicar a realidade, uma provável influência da concepção de que a ciência é falível e inacabada. Um aluno afirmou que *“o modelo é maior que a realidade”*, não dando maiores detalhes do que esta afirmação significava enquanto outros 2 disseram ser *“uma forma simplista e geral de representar a realidade”*. Outros 2 alunos afirmaram que *“é uma representação mais genérica e exemplificada da realidade”*, sendo que outro aluno afirma que o modelo serve apenas para exemplificar, não sendo necessariamente igual ao real. Houve um aluno que afirmou que o *“modelo é teórico e realidade é como as coisas acontecem mesmo, então o modelo tenta imitar ou mostrar o máximo possível como é a realidade, fazendo com que as pessoas entendão (sic) a realidade”*. Neste registro o aluno indica o papel explicativo do modelo em um âmbito geral, sem restringi-lo às situações de ensino. Houve um questionário onde o aluno afirmou que *“a teoria (modelo) não coincide com a realidade”*. Este registro transparece a ideia de que o aluno não aceita o modelo como uma ferramenta para se compreender o real, não tem a percepção de que o modelo media o conhecimento, sendo um dos pilares de sustentação da aprendizagem, já que não percebemos a realidade de forma direta; esta sempre é compreendida através de modelos (FERREIRA, JUSTI; 2008).

Na terceira questão, as respostas foram bastante diversificadas, tendo um aluno que não respondeu a esta questão. Houve quem afirmasse ser *“uma esquematização de um processo da realidade.”*, *“Adoção de informações teóricas para “representar” o real ou modelo.”*, *“...uma forma de tentar reproduzir a realidade.”*, *“... a simulação de um modelo real.”*, tendo 4 alunos que afirmaram ser uma tentativa de representar a realidade. Houveram outras respostas como *“Um jeito que pode ou não ser idêntico a realidade com a função de mostrar para leigos os caminhos da ciência.”*, *“Entendo por jeito de demonstrar algo.”*, *“Imagens, desenhos e animações.”*, *“O mesmo que modelo.”*, *“É quando se mostra as características daquilo (objeto, substância) por produtos não reais e sim representativos.”*, assim como 2 alunos afirmaram ser o uso de exemplos para explicar a realidade. As respostas obtidas dos alunos são carregadas de incertezas sobre o significado da representação e de seu papel de comunicação dentro da linguagem química (WU, KRAJCIK, SOLOWAY; 2000) com exceção dos alunos que reportaram o uso de *“imagens, desenhos, animações”* ou *“produtos representativos”* como representação, sem, no entanto, especificar o uso dos símbolos ou elementos tão característicos da linguagem química.

Na quarta questão, algumas respostas abordam a animação e a simulação como tentativas de representar a realidade, sendo *“uma maneira de visualizar algo que para nós parece abstrato, ajudando a entender a teoria.”*, indicando a abstração do conhecimento químico e a dificuldade que a maioria dos alunos sente em compreender conceitos

que, muitas vezes, não são tangíveis pelos sentidos e as representações visuais, como a animação e a simulação, são capazes de ilustrá-los (COOK, 2006). Esta ideia sobre a animação e a simulação também se faz presente em outras respostas como quando afirmam que, estas ferramentas *“são instrumentos que fazem situações complexas de se explicar, visíveis.”*, *“Simulam o que aparentemente acontece mas que não pode ser visto, ou seja representam o que acontece.”*, *“ Pode ser uma representação ou um modelo mas, são feitos no computador e são exemplos que se “mexem”.*”, denotando a característica dinâmica destas representações, entre outras. Houve um aluno que não respondeu.

Na quinta questão, algumas respostas dadas comentam que *“é a aproximação e a interferência que uma molécula faz em outra. Apesar de não vermos as interações, elas interferem diretamente em situações rotineiras.”* ou que *“A interação entre as moléculas são forças que as mantém unidas, algumas fáceis de separar outras não. Este tópico é relativamente importante para entender as propriedades de cada material como o diamante.”*, indicando a percepção da relação existente entre a natureza particulada da matéria e o comportamento dos materiais no observável, tangível pelos sentidos. Ou ainda *“...é uma sequência (de ensino) necessária.”*. Há também respostas como *“É importante, mas eu não vejo sentido ter isso no colégio, sendo o fato de muitos alunos (como eu) se dedicarem para a área de direito internacional.”*, evidenciando que a aprendizagem de conceitos químicos não é significativa, sem ter qualquer relação com sua escolha

profissional. Neste caso, podemos inferir que o aluno, ao se sentir inseguro frente ao conhecimento químico, acaba por não considerá-lo pertinente ao seu cotidiano e o exclui, numa tentativa de justificar a sua dificuldade de construir este conhecimento através da linguagem e da elaboração de esquemas que deveriam considerar seus conhecimentos prévios.

Na sexta questão, 9 alunos responderam positivamente com relação ao movimento das moléculas de água em um copo, mas não explicaram o porque ou afirmaram não saber explicar, o que pode ser interpretado como uma dificuldade de trabalhar, pensar sobre o dinamismo do modo particulado, embora tenham a informação da ocorrência deste. Estas dificuldades, provavelmente, acontecem em decorrência de poucas ou frágeis elaborações conceituais sobre o modo submicroscópico em suas estruturas cognitivas, causando ao aluno esta falta de condições de pensar sobre os conceitos subjacentes aos eventos sobre os quais é questionado. Outros 4 alunos afirmaram que as moléculas estão em movimento e citaram que no estado líquido, o movimento das moléculas é favorecido, sendo que um deles comenta sobre a polaridade das moléculas. Outro aluno justifica o movimento afirmando que as ligações são mais fracas e que *“já há uma tendência natural de movimento devido a energia contida nas moléculas.”*.

Na sétima questão, 12 alunos apresentaram representações macroscópicas e submicroscópicas para todos os sistemas ou para, pelo

menos 2 dos sistemas em estudo. Dentre estes, houveram alguns com representações submicroscópicas e com a referência a cada átomo com seu símbolo químico (Fig. 1). Outros, fizeram uso do símbolo químico para compor a representação submicroscópica (Fig. 2) e alguns usaram o nome da substância para representá-la (Fig. 3).

Fig. 1: Representações submicroscópicas e com a referência a cada átomo com seu símbolo químico.

Fig. 2: Uso do símbolo químico para compor a representação submicroscópica.

Fig. 3: Representação submicroscópica com o nome da substância para representá-la.

Identificamos nestes registros pictográficos, que os alunos diferenciam as misturas homogêneas das heterogêneas nas representações macroscópicas, porém o mesmo não acontece na representação submicroscópica, como na figura 3. Não obstante a dificuldade sentida em representar as partículas da substância óleo, não há evidências de preocupação em se fazer a imagem deste sistema de forma a externar a posição relativa das substâncias envolvidas. Podemos relacionar esta dificuldade com a formalização de modelos mentais incompletos e superficiais (KOZMA; RUSSEL, 1997) que não conseguem subsidiar esta construção, já que a imagem expressa registrada pelo aluno é ineficaz para representar adequadamente o sistema. A dificuldade em distinguir as representações submicroscópicas e simbólicas também está identificada na figura 2, onde o registro dos símbolos químicos é usado na representação particulada, com distinção inclusive da posição relativa dos átomos e do ângulo existente entre os mesmos. Além destas situações, também identificamos, tanto no registro escrito quanto no pictográfico, a preocupação em mostrar a orientação das moléculas de água na dissolução das moléculas do sal de cozinha, mostrando a aproximação de cargas opostas entre as partículas de ambas (Fig. 1 e 2).

Outros 8 alunos só apresentaram representações macroscópicas (Fig. 4) e três alunos apresentaram representações parciais, ou somente algumas macroscópicas ou nenhuma das solicitadas. (Fig. 5).

Fig. 4: Representações somente do modo macroscópico.

Fig. 5: Sem representações.

4.2 – Questionário pós

Neste questionário, haviam 2 questões abertas onde a primeira solicitava ao aluno a sua idéia sobre o dinamismo das interações intermoleculares e a segunda questão solicitava se o uso das simulações/animações fizeram alguma diferença no aprendizado sobre interações intermoleculares e, em caso afirmativo, que o aluno indicasse qual(is) havia(m) sido esta(s) diferença(s). Havia também uma terceira questão, onde era solicitado ao aluno que representasse,

através de registros pictográficos, o macroscópico e o submicroscópico, das substâncias participantes das misturas água/sal de cozinha, água/sulfato de cobre II (CuSO_4), água/removedor, água/álcool e água/óleo de cozinha. Esta terceira questão é idêntica à sétima questão do questionário prévio e o objetivo da repetição é possibilitar ao aluno a re-elaboração das suas representações pictográficas e de seus registros escritos, viabilizando a nossa análise de uma possível mudança conceitual retratada na imagem e/ou no texto que a acompanha, nos dando indícios de uma melhora (ou não) no modelo mental sobre o sistema e, conseqüentemente, na compreensão sobre o conteúdo de forças intermoleculares.

Na primeira questão, dos 22 questionários respondidos, houveram 2 alunos que não responderam e outros 2 registraram que não entenderam. No restante, todos afirmaram que são dinâmicas, sendo que 2 alunos não explicaram o porque, deixando o espaço em branco, e outros 2 registraram que não sabiam explicar. Dentre os outros 14 alunos, houveram explicações como *“...há movimento nas partículas.”*, *“...porque variam em função da atração de cargas opostas.”*, *“...devido a diferentes polaridades estão sempre mudando.”*, e *“...pois os esquemas fixos são apenas representações didáticas que facilitam o estudo.”*, dentre outras. Apesar de submetidos ao uso de uma simulação, onde os objetos e eventos representados apresentavam-se em movimento e havia a possibilidade de alterar as variáveis do recurso, esta vivência não foi suficiente para todos os alunos, já que alguns não

responderam a esta questão. Não podemos afirmar que não houve, por parte destes alunos, nenhuma elaboração conceitual sobre o dinamismo das partículas mas a ausência de resposta ou de explicação para o evento, nos indica uma dificuldade em atribuir significado às imagens as quais foram expostos ou de expressar-se sobre o conceito, não tendo segurança para responder quando questionados. Com relação às respostas obtidas dos outros alunos, a percepção do movimento das partículas em função da polaridade de cada molécula foi registrada, tendo a indicação da representação estática como um facilitador do ensino, indicando a percepção das limitações deste tipo de representação, pois segundo Wu, Krajcik e Soloway (2000) “cada tipo de representação traz informações relevantes sobre alguns conceitos mas desconsidera outros”.

Na segunda questão, somente um dos alunos afirmou que o uso da animação/simulação não havia feito qualquer diferença no aprendizado de interações intermoleculares. Este aluno ainda afirmou que “...a noção que tinha sobre ligações intermoleculares permaneceu a mesma.”. Esta afirmação nos remete a situação de que não há um recurso de ensino que seja válido e suficiente para todos os alunos, pois os alunos são diferentes uns dos outros e aprendem por caminhos e ferramentas de ensino distintas, sendo, por conta disso, importante se diversificar os recursos no ensino (WU, KRAJCIK, SOLOWAY; 2000). Um outro aluno não respondeu à questão, mas alegou que não a tinha visto. Os outros 20 alunos responderam de forma positiva sobre a

inserção da simulação/animação no aprendizado sobre interações. Algumas das explicações foram “...pois uma coisa que não se vê é sempre mais difícil de entender então quando se vê uma representação da realidade ajuda a entender.”, “...pois com as animações consegui ter uma idéia de como acontece as coisas na verdade.”, indicando a percepção de que o recurso é um conjunto de representações da dimensão submicroscópica, inacessível diretamente pelos sentidos, desenvolvidas com o intuito de tornar esta dimensão tangível à compreensão do fenômeno na dimensão observável, “...Porque a simulação se diferencia do teórico, exemplificando o que acontece e ligando com o que podem acontecer no cotidiano.”, “Sim, pois com apenas o uso da losa(sic) e da apostila, nós não conseguimos ter uma visualização eficaz e nós conseguimos ter um maior entendimento sobre o assunto.”, “...pois somente com a teoria explicada em sala de aula é difícil imaginar o movimento das partículas em situação normal.”, denotando que a linguagem oral, gestual e escrita da sala de aula não lhe são suficientes para uma melhor compreensão de conceitos dinâmicos e “...ajudaram na construção da minha imagem, modelo, mental.”, dentre outras. Neste último registro escrito, o aluno explicita a relevância da ferramenta visual na construção da sua imagem, modelo, mental, o que nos remete a definição de modelo mental feita por Gilbert (2005) onde “os modelos mentais são representações que confiam na compreensão individual...” que se torna possível a partir de esquemas já estabelecidos em sua memória de longo prazo, onde o aluno pode já ter armazenado um modelo mental inadequado para dado conceito. Com o

uso do recurso, a visualização de outras representações pode causar ao aluno uma reorganização de sua imagem mental, transformando-a em uma ferramenta interna mais completa, que contempla algumas características e, conseqüentemente, alguns conceitos, que até então não conseguia representar.

Na terceira questão, uma aluna representou somente o macroscópico em 4 dos 5 sistema (Fig. 6), sendo que o único sistema com representação particulada é a mistura água com sal de cozinha, onde a aluna representou as partículas de NaCl como pontos e a substância água como matéria contínua.

Fig. 6: Representações da aluna 6.

Estes resultados configuram como um indício da sua dificuldade em aceitar a dimensão particulada da matéria, tendo somente uma tentativa de esboçar algo referente a esta dimensão, talvez por insegurança sobre a sua apropriação do conceito estar correta ou por não ter um modelo mental que julgue adequado para estes sistemas. A sua tentativa de representar o NaCl como partículas puntiformes pode decorrer em função de sua exposição, durante toda a vida escolar, a exemplos envolvendo esta substância, já que esta é muito comum em nosso dia-a-dia. A partir desta exposição, a aluna, no momento do questionamento, pode resgatar seus conhecimentos prévios na memória de longo prazo, e, através destes, buscou representar, por imagens, um conceito que indicasse a sua compreensão sobre a natureza desta substância (COOK, 2006). Um estudo feito por Ardac e Akaygun (2004) envolvendo alunos de uma escola privada secundária, também obteve, dentre os resultados, este tipo de representação das partículas como pontos para a mesma mistura, água e sal de cozinha, sugerindo que estes alunos estão atribuindo características macroscópicas do material ao modo particulado. Além disso, há uma preocupação em retratar o observável, distinguindo misturas homogêneas e heterogêneas, identificando as substâncias das misturas por suas fórmulas moleculares ou pelo nome da substância. O uso da fórmula molecular, neste caso, pode ser entendido como uma abreviatura do nome da substância, podendo não ter relação direta com a compreensão da dimensão simbólica.

Um outro aluno representou somente o submicroscópico, com uso de símbolos químicos e o nome da substância para representá-la (Fig. 7), o que nos provoca a interpretar que este aluno não deu atenção a esta solicitação, em separado, no questionário, fazendo a representação macroscópica conjuntamente com a submicroscópica, como podemos visualizar na figura 7.

Fig. 7: Somente representação submicroscópica com o símbolo químico e o nome da substância para representá-la.

Houveram 6 alunos que representaram as duas dimensões, sendo que no modo submicroscópico fizeram uso de representações da natureza particulada e de símbolos químicos (Fig. 8), numa evidente confusão entre os tipos de representações, além da indicação da representação submicroscópica híbrida de particulado e de matéria contínua, para a substância água.

Fig. 8: Uso do símbolo químico e de representações da natureza particulada para compor a representação submicroscópica.

No sistema 2 desta mesma figura, o removedor é representado como um único objeto, sem qualquer indício de outras partículas para representar suas interações. O texto escrito pelo aluno traz a indicação de que, devido às polaridades distintas de cada substância, elas não se misturam, indicando que o mesmo reconhece a diferença de polaridade dos materiais mas não que esta propriedade é em decorrência das interações entre as partículas. Aqui, há o uso incorreto do termo mistura, já que a mistura ocorre, porém sem interações entre as substâncias constituintes. Outros 6 alunos também representaram as duas dimensões, sendo que na submicroscópica, estes fizeram uso de representações com símbolos químicos, da natureza particulada da matéria e/ou com o nome das substâncias para representá-la (Fig. 9).

Fig. 9: Uso do símbolo químico, de representações da natureza particulada e/ou o nome das substâncias para compor a representação submicroscópica.

Em outros 4 questionários, o modo submicroscópico foi representado através do uso de símbolos químicos, da indicação das cargas elétricas e/ou da natureza particulada da matéria (Fig. 10).

Fig. 10: Uso de símbolos químicos, da indicação das cargas elétricas e/ou da natureza particulada da matéria para compor a representação submicroscópica.

Em outros 4 questionários, mais uma vez as duas dimensões foram representadas, sendo que no modo submicroscópico, os alunos fizeram uso de representações envolvendo símbolos diversos, a natureza particulada da matéria e/ou o nome das substâncias envolvidas (Fig. 11).

Fig. 11: Uso de símbolos diversos, da natureza particulada da matéria e/ou do nome das substâncias para compor a representação submicroscópica.

Cada uma destas imagens, e suas respectivas legendas, nos trazem algumas indicações que merecem serem detalhadas. Na figura 9, a representação submicroscópica do sistema 2, água e sulfato de cobre II, mostra os átomos dos elementos constituintes da água em tamanhos distintos, mas a mesma distinção não aparece na representação do sulfato de cobre II, o qual é indicado por símbolos químicos escritos sobre um único objeto representativo. A orientação espacial das partículas também é expressa, indicando a aproximação por cargas opostas. Além disto, o texto escrito pelo aluno indica a existência da interação íon-dipolo, sem caracterizar, na imagem, as cargas de cada partícula. Nesta situação, percebemos que há uma tentativa de explicar a imagem, fundamentando o registro escrito com conceitos trabalhados

nas aulas conceituais mas o registro pictográfico não traz, de forma clara, a integridade dos conceitos registrados no texto. Uma possível explicação é que a dificuldade que o aluno encontrou em suportar a sua elaboração conceitual com um modelo expresso coerente, se deu em razão de seu modelo mental ser incompleto, não contemplando as propriedades do sistema necessárias para subsidiar o conceito. A orientação espacial das partículas nos indica a manipulação mental de representações espaciais, o que acreditamos ter sido estimulado pelo uso do recurso, que possibilitava a visualização de objetos dinâmicos como representações destas partículas. O sistema c desta figura, tem suas representações macroscópicas e submicroscópicas idênticas, com a distinção entre as fases da mistura e com as substâncias sendo representadas pela grafia dos seus nomes, sem qualquer menção ao modo particulado. Já no registro escrito, há a clara menção ao modo particulado e ao dinamismo das partículas, identificado em “As moléculas *“se chocam” sem se misturar.*”. São mais indícios sobre a precariedade do modelo mental deste aluno em detrimento da sua elaboração conceitual.

Na figura 10, as representações macroscópicas e submicroscópicas dos sistemas b e c são distintas entre si. Na representação macroscópica, o aluno destaca, no sistema c, as fases do sistema com a identificação das substâncias pelo nome, enquanto no sistema b, a mistura é representada com uma fase e com a identificação dos componentes da mistura também através de seus nomes. Na

dimensão submicroscópica, a representação da substância água é feita com o uso de símbolos químicos para compor o arranjo molecular da partícula, com distinção da posição dos átomos ligantes e do ângulo formado entre eles. No mesmo sistema aparece a indicação de cargas positivas e negativas próximas da representação da água como que indicando as interações entre as substâncias do sistema, sem a indicação clara do que está sendo representado. No texto que acompanha a figura, o aluno registra o termo “iônico” com uma seta vindo de uma chave que, pode estar indicando a mistura água com sulfato de cobre. Não é possível se ter a certeza da interpretação deste registro, já que a forma com que a informação foi apresentada é um esquema muito simplificado e com poucas informações sobre o que este significa. Na representação submicroscópica há indícios claros de uma confusão nos modos representacionais, denotando que o aluno não distingue o modo simbólico do particulado, tratando os dois como um modo único. O aluno reconhece a importância das cargas na estrutura da matéria mas não consegue propor um modelo expresso que contemple esta informação de modo adequado. Esta dificuldade advém, provavelmente, de um modelo mental precário, incompleto e que não é suficiente para abranger os conceitos pertinentes a este registro. É importante ressaltar que não se espera que o aluno tenha um modelo mental único, capaz de representar todas as propriedades e informações pertinentes a todos os sistemas que ele tenha contato, pois todo modelo apresenta limitações. Espera-se que tenha várias representações mentais, cada qual envolvendo as propriedades que é capaz de

subsidiar, e que o aluno seja capaz, de acordo com o problema que tenha para resolver, de reorganizar os modelos mentais que possui, modificando, acrescentando ou excluindo características que o modelo apresenta de modo a aperfeiçoá-lo para que subsidie sua apropriação conceitual, dependendo do conhecimento prévio, na memória de longo prazo, que se relacione com este problema. Na representação submicroscópica do sistema c, o aluno não faz qualquer registro pictográfico desta dimensão; somente uma indicação de polar e apolar, através de setas partindo de duas regiões do espaço para registro. No texto que acompanha esta imagem, o aluno registra que “*Não há mistura de moléculas.*”, indicando que reconhece a existência das partículas, mesmo sem ter feito o registro pictográfico. Ainda neste mesmo texto, o aluno escreve que “*Polar não mistura-se com apolar.*”, trazendo partes dos conceitos estudados nas aulas para a situação em estudo. Este conjunto de registros nos indica uma tentativa do aluno em demonstrar que reconhece a natureza particulada e que a mesma, de alguma forma, interfere na formação do sistema, mas a imagem do sistema não faz qualquer indicação do modo particulado. Este aluno não conseguiu apresentar qualquer modelo sobre o modo submicroscópico, denotando a fragilidade de suas representações mentais, as quais não conseguem subsidiar a elaboração de modelos expressos pertinentes ao registro textual sobre o sistema em estudo. Uma explicação possível é o fato de o aluno não reconhecer a existência das partículas, tendo feito uso de termos e expressões pertinentes à dimensão submicroscópica por mera repetição e não por apropriação do

conceito. Para este aluno, a vivência com as visualizações da natureza particulada não foram suficientes para incitar uma mudança nas suas concepções sobre a matéria, ficando detido às características fenomenológicas, que, provavelmente, são as informações de maior importância em suas estruturas cognitivas, pois segundo Ausubel & Robinson (1971 apud TABER 2003), “...Para que o novo material promova uma aprendizagem significativa devem existir ideias nas estruturas cognitivas a que este material possa se relacionar.”.

Na figura 11, o aluno faz uso de representações bastante diversificadas, sem necessariamente serem pertinentes à linguagem química, para a identificação das substâncias na dimensão submicroscópica. Tanto no sistema c, como no d, o aluno apresenta a representação da partícula de água através de circunferências distintas em tamanho e aspecto, enquanto que a molécula do removedor é representada pela letra R e a substância álcool não apresenta representação particulada; sua identificação é feita pelo nome da substância. Não há textos acompanhando estas imagens; somente a palavra “separado” escrita logo abaixo de cada uma das representações. Além disso, há um erro conceitual nas representações do sistema água e álcool, pois o aluno representou como sendo um sistema heterogêneo. O aluno não considerou a linguagem química como sendo um padrão de comunicação dos conceitos pertinentes a esta área do conhecimento, já que fez uso de representações alheias a esta linguagem. No entanto, ao acrescentar a legenda para a identificação das representações que

usou, ele demonstra a preocupação de se fazer entender através desta simbologia própria. Este conjunto de informações nos indica um modelo mental incompleto, incapaz de agregar todas as características do sistema, como no caso do modelo expresso no sistema c, assim como um modelo mental falho foi representado por um modelo expresso no sistema d. A elaboração conceitual da natureza particulada é pouco consistente, em ambos os sistemas, pois a molécula de água foi representada de forma adequada, enquanto às outras substâncias, não. Uma possível explicação para as representações das moléculas do removedor e do álcool é a pouca familiaridade com as representações particuladas destas substâncias, já que estas não são tão recorrentes em seu cotidiano escolar. A ausência de um texto acompanhando as imagens deste questionário pode ser interpretado como sendo o registro escrito menos importante que a imagem, bastando a palavra “separado” para explicar todo o conjunto representado.

A partir destes questionários, identificamos as informações obtidas e percebemos que várias delas, tanto das questões abertas como da questão pictográfica, não ficavam claras as suas interpretações, ainda mais se considerarmos a diversidade de representações para o modo submicroscópico que os alunos empregaram, assim como suas colocações sobre modelo, representação, etc. Havia a possibilidade de uma interpretação equivocada dos registros feitos pelos alunos, de forma que se fez relevante neste momento do estudo, realizar entrevistas com os alunos envolvidos de

forma a obter dos mesmos a interpretação dos registros realizados. Com estas novas informações, se tornaria possível uma triangulação dos dados, a partir de três fontes de informação: o registro escrito, o registro pictográfico e a fala do aluno. Acreditamos que a análise pela triangulação, nos fornece dados mais precisos, pois não dependerá da interpretação do pesquisador, ficando a cargo deste somente a análise de todos os registros obtidos.

Estas entrevistas tinham como estrutura as questões dos próprios questionários, dando liberdade ao aluno para falar, pois o objetivo era obter as interpretações das respostas diretamente de quem as elaborou, de forma a minimizar possíveis equívocos. Infelizmente, não foi possível entrevistar todos os alunos envolvidos por questões de tempo, já que os horários eram quase sempre incompatíveis. Por isso, ao se perceber esta dificuldade, fez-se uma seleção dentre todos os alunos envolvidos de forma a viabilizar esta etapa. Os critérios envolvidos para esta seleção foram as mudanças percebidas ou não nas respostas obtidas entre o questionário prévio e o pós, principalmente na questão pictográfica. Deste modo, de todos os 22 alunos envolvidos, foram realizadas 3 entrevistas.

4.3 Estudo de caso envolvendo 3 alunos

4.3.1 Caso 1

No questionário prévio deste aluno, a primeira questão foi respondida com o seguinte texto: *“Modelo é uma representação da realidade, criado para facilitar o entendimento do estudo. Por exemplo a representação de átomos e ligações, através de bolas e varetas.”*, identificando o modelo como uma ferramenta de ensino. Na segunda questão, a resposta dada foi de que *“O modelo é uma forma simplista e geral de representar a realidade.”*, indicando que o modelo é uma simplificação e generalização da realidade, limitando sua capacidade de representar situações pontuais ou sistemas com maior complexidade. Com relação à terceira questão, o aluno afirma que *“Representação é uma esquematização de um processo da realidade.”*, num indicativo de ser uma forma de organizar um processo real. Na quarta questão, o aluno registra que *“Facilita o entendimento do conceito, pois ajuda a visualizar o processo do estudo.”*, indicando que a animação e a simulação são capazes de favorecer a compreensão de como o sistema se comporta, quais mudanças ocorrem para que o sistema atinja a situação que se está tentando compreender. Na sexta questão, o aluno afirma que *“A interação entre moléculas é a aproximação e a interferência que uma molécula faz em outra. Apesar de não vermos as interações, elas interferem diretamente em situações rotineiras.”*,

indicando que as interações explicam o comportamento de vários sistemas bastante comuns. Sobre a movimentação das moléculas de água, na questão 6, o aluno registrou que “*As moléculas da água possuem liberdade para se movimentarem, mas possuem ligações intermoleculares, que limitam esses movimentos para que essas moléculas não espalhem-se e separem-se.*”, reconhecendo não só o dinamismo das partículas mas também a existência das interações que agem determinando a liberdade de movimentação das partículas.

Na questão de registro pictográfico (Fig. 12), dos cinco sistemas para registro, somente os dois primeiros apresentam representações macroscópicas e submicroscópicas, acompanhadas de um texto. Nos outros três sistemas, não há menção nem de registro textual, nem pictográfico.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Macroscopicamente não conseguimos ver os átomos e sua ligação, com equipamentos é possível a visão das moléculas e suas interações

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

Porém não separamos as moléculas, mas vemos um sólido não dissolvido, macroscopicamente. Microscopicamente vemos as moléculas de água e de sulfato de cobre II separadas

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Fig. 12: Registro pictográfico e textual do aluno 1 no questionário prévio.

No sistema a, a representação macroscópica indica uma mistura homogênea e na representação submicroscópica há o registro particulado, indicando os átomos Na e Cl, separadamente, com as

partículas de água ao redor. As representações das partículas de água denotam distinção no tamanho e na posição relativa dos átomos de hidrogênio e de oxigênio e a orientação espacial destas partículas em função da carga dos íons do Na e do Cl, embora estes íons não sejam representados. Ainda nesta representação, há o uso de símbolos químicos como forma de identificação de cada objeto usado na representação, de forma a assegurar, por parte do aluno, a interpretação da informação ali representada, numa alusão de que a imagem sozinha, sem a identificação dos elementos por seus símbolos, não garantiria a correta interpretação. O registro textual que acompanha esta imagem afirma que “*Macroscopicamente não conseguimos ver os átomos e suas ligações. Com equipamentos é possível a visão (sic) das moléculas e suas interações.*”, onde percebemos que o aluno afirma que o modo particulado é comprovado por ser visível através de equipamentos adequados, indicando que sua percepção sobre esta dimensão só se dá em razão de ser possível vê-la com equipamentos, atribuindo para a dimensão particulada, percepções restritas ao macroscópico. No sistema b, a representação macroscópica apresenta uma mistura heterogênea, pois há a indicação de pequenos pontos na mistura. Na representação submicroscópica, as substâncias são representadas cada uma por 1 molécula, sem qualquer indicação de interação entre elas, sendo que a representação particulada do sulfato de cobre II se apresenta como um conjunto único, sem qualquer indício de ruptura da ligação iônica. Os átomos de cada substância são representados da mesma forma, sem qualquer distinção de aspecto ou

tamanho e as partículas representadas estão distantes uma da outra, sem qualquer indício de interação entre elas. No registro textual desta imagem, o aluno escreve que “*Novamente não enxergamos as moléculas, mas vemos um sólido não dissolvido, macroscopicamente. Microscopicamente vemos as moléculas de água e de sulfato de cobre II separados.*”. Este conjunto de registros no questionário prévio nos evidencia a dificuldade que este aluno apresenta com a dimensão particulada da matéria, atribuindo a esta, em seus registros textuais, a possibilidade de visualizá-la através de equipamentos, o que indica a percepção equivocada que o mesmo possui sobre esta dimensão e quão forte é para este aluno que as informações sejam tangíveis aos sentidos. Esta dificuldade de registro pictográfico do modo particulado ocorre em função da ausência de modelos mentais adequados para a resolução desta situação, que contemplem as propriedades que o aluno tenta esboçar em algumas representações. A representação submicroscópica mais completa é a do sistema a, o qual é muito comum ao cotidiano escolar e no dia-a-dia do aluno. Este conhecimento prévio foi, provavelmente, o fator primordial que possibilitou ao aluno uma melhor elaboração de seu modelo mental e, conseqüentemente, expresso pois, neste momento do estudo, o aluno só havia tido contado com imagens estáticas da apostila e dos slides usados durante as aulas; ainda não havia interagido com as visualizações do recurso multimídia.

No questionário pós, na resposta para a primeira questão, o aluno reconhece que as interações “*São dinâmicas, pois os esquemas fixos são*

apenas representações didáticas que facilitam o estudo.”, atribuindo às representações estáticas o papel de facilitadores didáticos, com pouca relevância. No entanto, a resposta deste aluno parece se confundir com a importância das representações estáticas e dinâmicas já que a pergunta feita trata sobre o dinamismo das interações. Na segunda questão, o aluno registra que *“As simulações facilitaram a visualização, pois somente com a teoria explicada em sala de aula é difícil imaginar o movimento das partículas em situação normal.”*, afirmando a importância do recurso na visualização dos sistemas em estudo com relação à dimensão particulada e ao dinamismo das partículas. Na terceira questão, que envolve o registro textual e pictográfico, todos os sistemas envolvidos foram representados macroscopicamente e submicroscopicamente, indicando uma evidente mudança na elaboração conceitual deste aluno, visto que no questionário prévio, somente os sistemas a e b foram representados. Para analisarmos estas mudanças na elaboração, se faz imprescindível detalhar o conjunto de imagens da figura 13, em conjunto com as falas deste aluno na entrevista.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

- 1) macroscopicamente vemos apenas o líquido (água + NaCl)
 2) sub-microscopicamente vemos as moléculas organizando-se e atraindo-se por ligações intermoleculares

b) água e sulfato de cobre II (CuSO₄)

(1)

(2)

- 1) macroscopicamente vemos a água e o sulfato de cobre II dissolvidos, e vemos como um líquido azul
 2) as moléculas de água e CuSO₄ estão ~~separadas~~ ^{interligadas} e há muitas interações entre elas

c) água e removedor

(1)

(2)

- Água e removedor não se misturam, e vemos duas fases macroscopicamente. Sub-microscopicamente não há interações entre moléculas

d) água e álcool

(1)

(2)

- A água e o álcool fazem atrações momentâneas

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- O óleo não se mistura com a água, pois não apolar e polar, respectivamente. Sendo assim apresentam duas fases. Para macroscopicamente e suas moléculas não sofrem interações

Fig. 13: Registro pictográfico e textual do aluno 1 no questionário pós.

No sistema a, a representação macroscópica indica uma mistura homogênea, sendo que os componentes da mistura são indicados através de suas fórmulas moleculares, na própria imagem. O uso de representações simbólicas na representação macroscópica foi uma escolha feita pelo aluno com o objetivo de *“representar mais especificamente as substâncias que estavam lá mas não que a gente veja estas substâncias quando observa a solução.”* (fala 2). Na representação submicroscópica, o aluno faz uso dos símbolos químicos para indicar os átomos envolvidos na formação do modo particulado. Além disto, denota a preocupação de mostrar a posição relativa dos átomos, com indicação da geometria molecular para a molécula de água e a aproximação e interação entre as partículas das duas substâncias por atração de cargas opostas. Estas informações são sustentadas pelas falas 4 e 10, onde o aluno afirma que *“...eu substituí a representação de bolinhas por uma representação mais limpa que eu agora, eu consigo imaginar...e...os átomos com nuvens de elétrons, isso que já foi explicado algumas vezes...”*(fala 4) e *“ Já consigo ter uma noção da, da...aproximação, da interação intermolecular delas, das moléculas.”* (fala 10). Nesta representação, ainda o aluno não faz a indicação dos íons dos átomos de Na e Cl. O registro textual destas imagens ratifica a informação dada na entrevista, pois *“1) Macroscopicamente vemos apenas o líquido (água + NaCl). 2) Sub-microscopicamente vemos as moléculas organizando-se e atraindo-se por ligações intermoleculares.”*. e demonstra uma dificuldade ainda persistente em abandonar a idéia de que o modo particulado é visualizado.

No sistema b, água e sulfato de cobre II, a representação macroscópica apresenta-se com uma fase com alguns pequenos pontos destacados. Na representação submicroscópica, o aluno faz as mesmas indicações que na representação submicroscópica do sistema a (uso dos símbolos químicos para indicar os átomos envolvidos, denota a preocupação de mostrar a posição relativa dos átomos, com indicação da geometria molecular para a molécula de água, a aproximação e interação entre as partículas das duas substâncias por atração de cargas opostas e a ausência da representação dos íons). Em seu registro textual, afirma que “1) *Macroscopicamente vemos a água e o sulfato de cobre II diluídos, o último como um resíduo no líquido. 2) As moléculas de água e CuSO₄ estão unidas e com muitas interações entre elas.*”. Ao ser entrevistado, o aluno confirma a melhora na representação retratada em função de uma melhora na compreensão dos conceitos, conforme podemos verificar nas falas 17 e 19.

Nos sistemas seguintes, a representação macroscópica é feita com a distinção entre os sistemas que possuíam misturas homogêneas e heterogêneas, identificando as substâncias envolvidas por seus nomes. Há um erro na representação macroscópica do sistema água e óleo, pois o aluno identificou as substâncias em posições trocadas na imagem. As representações submicroscópicas, de uma forma geral, possuem características semelhantes às dos sistemas anteriores, sendo que o óleo e o removedor foram representados por uma circunferência cada e a identificação destas circunferências foi feita pelos nomes das

substâncias. No sistema formado pelo removedor e a água, as suas representações particuladas estão afastadas, assim como no sistema água e óleo de cozinha. Com relação aos registros textuais, cada sistema tem um texto que o acompanha, diferentemente do questionário prévio, onde este registro não ocorreu nestes sistemas. No sistema c, o texto descritivo afirma que a *“Água e removedor não se misturam, e vemos duas fases, macroscopicamente. Sub-microscopicamente não há interações entre moléculas.”*, onde o aluno deixa evidente a percepção do modo particulado assim como da ausência das interações, sem explicar o porque. Ao buscarmos informações em sua entrevista, encontramos a explicação do uso de uma representação simplificada para a partícula do removedor: *“Eu representei... eu representei o removedor como uma...uma bolinha simples porque eu não...não sei a fórmula...”* (fala 31) e da ausência das interações entre as moléculas destas substâncias: *“A água como a fórmula estrutural dela normal...e aí eu não mostrei as interações porque realmente não há...e...são muito fracas.”*. Já no sistema d, o texto que acompanha o sistema afirma que *“A água e o álcool fazem atrações momentâneas.”*, indicando que reconhece a existência de interações, apesar de não especificar qual a interação deste sistema. Na entrevista, o aluno reafirma a existência das interações, como se pode ler na fala 35: *“E na 2 hã...as...há uma mistura...há uma efetiva...interação entre elas e aí, eu consigo unir as duas moléculas né, num copo.”*. No sistema e, o registro escrito com a imagem expressa que *“O óleo não se mistura com a água, pois são apolar e polar, respectivamente. Sendo assim apresentam duas fases*

macroscopicamente e suas moléculas não sofrem interações.”. Ao buscarmos a fala do aluno sobre este sistema, encontramos a fala 43 – “Eu vejo as duas fases e já na representação 2, eu consigo desenhar as moléculas só que separadas porque não há interação entre elas.” - onde confirmamos a percepção do aluno sobre as interações não ocorrerem neste sistema.

O registro e aprimoramento do modelo expresso para a dimensão particulada, com um cuidado em retratar ou não as possíveis interações do sistema, sem deixar de retratar os conceitos nos textos que acompanhavam as imagens, são subsídios importantes para identificarmos um aperfeiçoamento de seus modelos mentais. Houve uma melhora na elaboração conceitual deste aluno, mostrando-se capaz de tratar os conceitos pertinentes ao estudo das ligações intermoleculares no modo macroscópico e transitar deste para o submicroscópico.

4.3.2 Caso 2

No questionário prévio desta aluna, a aluna respondeu, na primeira questão que o modelo na área de ciências “*É um modo de representação.*”, sem dar maiores detalhamentos sobre o que esta afirmação significava. Durante a entrevista, quando questionada sobre o que entende por representação, ela responde “*...por que assim,*

química você...por exemplo, as moléculas...Como você vai visualizar? Acho que a representação ajuda a visualizar o conteúdo, assim...”(fala 71), indicando que a representação permite visualizar estruturas que não são visíveis a olho nu, auxiliando na compreensão da dimensão particulada. Na segunda questão, ela afirmou que “*Modelo é uma representação do que seria real.*”, denotando o entendimento sobre a representatividade dos modelos com relação ao real. Na questão seguinte, a aluna afirma que a “*Representação é um modelo simbólico de algo para uma melhor visualização e compreensão (sic).*”, evidenciando compreender a representação como uma ferramenta para auxiliar na visualização e em um melhor entendimento do sistema em estudo. Sobre a animação e a simulação, a aluna registra que a “*Simulação computacional é uma forma de representar algo que apenas uma foto não seria capaz.*”, indicando perceber que o dinamismo dos sistemas é melhor representado por uma simulação do que por uma imagem estática. Na quinta questão, a aluna responde que “*A interação entre moléculas se explica pelas forças intermoleculares.*”, sem explicitar o grau de importância deste conceito. Na sexta questão, a aluna confirma o constante movimento das moléculas em um copo com água e explica que isto ocorre “*Por conta das forças intramoleculares e intermoleculares.*”, afirmando que a movimentação das partículas ocorre em função das interações entre átomos e moléculas, reconhecendo a existência da dimensão particulada e das forças que atuam neste. Na questão de registro pictográfico (Fig. 14), somente o sistema a apresenta registro macroscópico e submicroscópico; os sistemas a, c, d e e

apresentam somente registro macroscópico, sendo que o sistema b não tem qualquer registro. O registro textual aparece nos sistemas a e c, somente. A figura 14 traz as imagens e os registros textuais desta aluna.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

(1) → sal dissolvido na água

(2) → átomos de hidrogênio (carga positiva)
na água com os átomos de cl (carga negativa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO₄)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

(1) água não se mistura com o removedor

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Fig. 14: Registro pictográfico e textual da aluna 2 no questionário prévio.

No sistema a, a representação macroscópica indica uma mistura heterogênea, pois há pequenos pontos dispersos na imagem, que podem ser interpretados como representações do sal não dissolvido. A representação submicroscópica tem a indicação de partículas, onde os átomos são representados por circunferências de tamanhos distintos e com diferença na posição, indicando a geometria molecular, tanto para a molécula de água quanto para a molécula de sal de cozinha, tendo a aproximação entre ambas indicada através da atração de opostos, com preocupação na orientação espacial de cada molécula. Não há qualquer representação dos íons de Na e de Cl. A identificação dos átomos também é feita através do uso dos símbolos químicos de cada um, escritos sobre as circunferências que os representam. O registro textual desta imagem tem o seguinte teor: “ (1) → *sal dissolvido na água*; (2) → *átomos de hidrogênio (carga positiva) se liga com os átomos de Cl (carga negativa)*.”, onde percebemos que , para a aluna, o sal está dissolvido na representação macroscópica, informação esta que não fica explicitada em seu registro pictográfico. A representação puntiforme do sal, mesmo em uma mistura homogênea nos remete a uma possível indicação da presença do mesmo na mistura, numa intenção, por parte da aluna, de garantir a quem visualizasse o registro a presença deste no sistema. No texto referente ao registro submicroscópico, a aluna confirma a aproximação das partículas pelas cargas opostas porém, sem a indicação da presença dos íons. O reconhecimento da dimensão particulada está evidenciado tanto no registro pictográfico, quanto no textual. No entanto, esta dimensão só foi registrada no sistema a, o que

pode ser explicado em razão da familiaridade da aluna com este sistema, presente em seu dia-a-dia dentro e fora da escola, tornando-se um ponto de apoio em sua memória de longo prazo, um conhecimento prévio, de forma a auxiliá-la na construção e elaboração de um modelo mental desta situação de estudo capaz de sustentar o seu registro.

No sistema b, não há nenhum registro. Nos sistemas c, d e e, só há o registro macroscópico, onde a aluna faz a identificação das misturas heterogêneas e a representação equivocada do sistema água e álcool, retratando-o como uma mistura heterogênea. A identificação das substâncias de cada sistema é feita através de seus nomes, indicados por setas a partir das imagens feitas. Destes três sistemas, o único que apresenta registro textual é o sistema c, onde a aluna afirma que “(1) *água não se misturando (sic) com o removedor.*”, descrevendo o registro feito.

Este conjunto de registros no questionário prévio desta aluna, nos remete a dificuldade apresentada com a dimensão particulada da matéria. Esta dificuldade de registro pictográfico do modo particulado ocorre também neste caso, em função da ausência de modelos mentais adequados para a resolução desta situação. A representação submicroscópica mais completa é a do sistema a, o qual é recorrente no cotidiano escolar e no dia-a-dia do aluno. Para a aluna, este conhecimento prévio fundamental, pois viabilizou para a aluna um modelo mental coerente com este conhecimento e, conseqüentemente,

um modelo expresso que refletisse o que a mesma compreende do sistema.

No questionário pós, na primeira questão a aluna responde “São *dinâmicas*.”, sem explicação da sua afirmação. Na segunda questão, a aluna registra “*Sim. O uso da simulação facilita a minha visualização do fenômeno*.”, indicando que a visualização com o uso da simulação se tornou mais fácil. , sem especificar o que representa a visualização para ela. Durante a entrevista a aluna explicou que a simulação ajudou na visualização porque ela tem memória fotográfica (fala 73), numa alusão ao registro visual dos sistemas representados. Na terceira questão, todos os sistemas possuem registros macroscópicos e submicroscópicos, diferentemente do questionário prévio. Além disso, os sistemas a e e apresentam registro textual em conjunto com o registro pictográfico, indicando que esta aluna também obteve uma evidente mudança na elaboração conceitual. Para analisarmos estas mudanças na elaboração, analisaremos o conjunto de imagens da figura 15, em conjunto com as falas desta aluna na sua entrevista.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1) (2)

I) Água e sal de cozinha

II) átomos de hidrogênio (carga positiva) e átomos de Cl (carga negativa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1) (2)

c) água e removedor

(1) (2)

d) água e álcool

(1) (2)

e) água e óleo de cozinha

(1) (2)

⇒ substâncias polares não se misturam com apolares.

Fig. 15: Registro pictográfico e textual da aluna 2 no questionário pós.

A representação macroscópica do sistema a não sofreu alteração, quando comparamos os registros dos questionários prévio e pós, a não ser a indicação das substâncias que compõem o sistema através dos seus nomes no questionário pós. A imagem representada pela aluna indica uma mistura heterogênea, pois o sal de cozinha é representado através de pontos. O registro textual desta imagem é semelhante ao do questionário prévio, com relação à representação submicroscópica, mas difere quanto ao registro macroscópico pois a aluna escreve “*(I) água e sal de cozinha.*”, sem qualquer menção a dissolução do sal. Para melhor entendermos estes registros, fez-se necessário analisarmos a entrevista desta aluna.

Ao buscarmos referências sobre estes registros na entrevista, encontramos a fala 8, onde a aluna afirma que “ *eu acho que já sempre tive esta idéia de sal dissolvido em água e as moléculas também.*”, indicando que a intenção da aluna no registro não era representá-lo como mistura heterogênea, já que considera o sal dissolvido. Sua ideia era somente indicar a existência do sal na mistura e para isso usou o registro puntiforme para o mesmo. Percebemos nesta análise a importância da entrevista para a interpretação dos registros, pois sem esta ferramenta, seria bastante improvável que interpretássemos este registro no sentido que a aluna intencionava.

A representação submicroscópica do sistema a apresenta semelhanças com o registro feito no questionário prévio, com exceção

da representação do átomo de Na. Inclusive o registro textual se mantém o mesmo. Quando questionada na entrevista se houve alguma mudança na representação deste sistema (água e sal de cozinha), a aluna afirma *“Então, aqui não. Por que é que água e sal sempre foi um exemplo que a gente quando começa a falar em química, sempre a água e o sal se mistura, tal...”*, indicando a importância dos conhecimento prévio para a elaboração conceitual, já que a mistura e algumas características da mesma já era um conhecimento anterior da aluna.

Nos sistemas b, c, d e e, há registros macroscópicos com a distinção entre as misturas heterogêneas e a representação equivocada do sistema d, representado como uma mistura heterogênea. Além disso, a substância água também apresenta pequenos pontos nos sistemas b, c e d e as substâncias que compõem cada fase estão identificadas pelo nome, com setas a partir da imagem. Nos registros submicroscópicos, a aluna representou todas as substâncias por cargas positivas e negativas, mostrando que as substâncias com cargas opostas se atraem e que substâncias com cargas iguais se repelem. No entanto, esta representação é feita com as cargas de substâncias distintas se aproximando na vertical, diferente da posição das substâncias no registro macroscópico. A identificação das substâncias se dá pelos nomes indicados por setas a partir das imagens. Não há menção a qualquer símbolo químico, nem de estrutura molecular nestes registros. Ao buscarmos informações em sua entrevista, a aluna afirma que por ter mais base (fala 20), ela já entendia um pouco mais (fala 22) e já

sabia qual carga que se aproximava (fala 26). Em outro momento (fala 36 e 37), a aluna diz que acha que não representou o submicroscópico por que o problema dela era saber qual que se aproxima e qual que se afasta, e que acha que teve mais facilidade, no questionário pós, por que pode visualizar (fala 38) por conta de um vídeo (fala 42) que fazia parte ambiente do recurso multimídia. Neste vídeo, que a aluna menciona, é mostrado o fenômeno macroscópico e não o particulado. A dimensão particulada só é representada na simulação. A aluna fala (fala 44) que, com o vídeo deu pra visualizar o que acontecia quando colocava a água e o removedor e afirma que o vídeo foi bom (fala 46) porque ela lembrou e (fala 48) fez igual (na representação submicroscópica). A análise desta fala nos indica a migração, que a aluna propõe que realizou, de um comportamento, uma característica do sistema constatado na dimensão observável para a dimensão particulada, para o comportamento das partículas de cada substância que compõe o sistema e que isto foi motivado pelo uso do vídeo, o qual ficou guardado em seu sistema cognitivo de forma mais relevante do que as falas e textos que a mesma teve contato durante as aulas. Este registro vem de encontro com um das suposições da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Richard E. Mayer e colaboradores, onde acredita-se que o processamento da informação no sistema cognitivo ocorra por dois canais distintos – o visual e o auditivo e que para que o material a ser usado se torne relevante ao aluno, é necessário que o mesmo estabeleça relação com conhecimentos pré-existentes (MAYER, MORENO; 2002). No registro textual do sistema água e óleo de cozinha,

a aluna registra que “*substâncias polares não se misturam com apolares.*” E quando esta afirmação é resgatada na entrevista (fala 64), a aluna afirma (fala 65) que associou com informações trabalhadas em sala de aula que ela lembrou, denotando que o registro foi subsidiado por conhecimentos prévios relevantes, que a aluna resgatou de sua memória de longo prazo e usou para fazer o registro.

O registro de um modelo expresso, do modo submicroscópico, em sistemas que não apresentavam esta representação ocorreu posteriormente ao uso do recurso multimídia. Esta análise nos remete a identificar o recurso como uma ferramenta importante para uma melhora na elaboração dos modelos mentais, ao menos para esta aluna. A partir do momento que a aluna esboça uma representação, podemos inferir que ela passou a ter segurança nas informações que detinha em sua memória sobre os conceitos necessários para analisar a situação, ao ponto de fazer uso deles, em um registro pictográfico e também no textual.

4.3.3 Caso 3

No questionário prévio, a resposta do aluno para a primeira questão é de que “*Modelo é uma representação macroscópica, de alguma coisa que só pode ser visto microscopicamente. Por exemplo, modelos de moléculas através de esferas e varetas.*”, indicando que o modelo tem o

papel de auxiliar na compreensão de estruturas que não são observáveis a olho nu. Na segunda questão, o aluno responde que “Em química, o modelo é maior que a realidade.”, sem maior detalhamento do que significava sua afirmação. Ao ser questionado, durante a entrevista, sobre o significado desta afirmação (fala 3), o aluno explica: *“Não, porque eu...A química...trata de prótons e nêutrons...são partículas microscópicas...então o modelo da molécula você precisa representar em tamanho maior...”* (fala 4), referindo-se ao papel do modelo de representar, em tamanho ampliado, partículas invisíveis a olho nu. Na fala 12, o aluno diz *“Que é o caso das verdadeiras partículas. Não dá pra pegar um próton...”*, reforçando a idéia de que o modelo tem o papel de representar estruturas intangíveis aos sentidos. Na terceira questão, o aluno responde que representação é “o mesmo que modelo.”. Esta afirmação foi resgatada na entrevista (fala 15), onde tentou-se auxiliar o aluno a reelaborar a sua concepção de modelo e representação, já que este achava serem a mesma coisa. Usando informações trabalhadas em sala de aula, tentou-se mostrar ao aluno que o modelo é uma forma de representação e como tal, há possibilidades para uma mesma situação ou conceito, pois não é possível ter-se um modelo único para tudo já que o modelo tem limitações (fala 16 a fala 29). Na quarta questão, o aluno responde que entende a animação e a simulação computacional como *“...um modelo ou representação virtual.”*. Na quinta questão, o aluno respondeu: *“São as ligações que fazem com que as moléculas se juntem e formem substâncias maiores. É muito importante porque sem elas as moléculas ficariam “soltas” no ar e não haveria líquidos nem*

sólidos.”, , indicando a percepção da dimensão particulada e a sua influência no comportamento observável dos sistemas. Na questão 6, o aluno responde: *“Sim, porque no estado líquido as pontes de hidrogênio são mais frouxas, o que permite que as moléculas se mexam. Isto também pode ser visto macroscopicamente, porque no estado líquido a água pode mudar de forma, o que não acontece no estado sólido.”*, denotando mais uma vez o reconhecimento da existência das partículas e das interações entre estas, tendo como consequência desta interação as propriedades observáveis dos materiais, como a comparação entre a variação de forma de uma substância no estado líquido e no estado sólido. Na questão de registro pictográfico e textual (fig. 16), há registro macroscópico e submicroscópico em todos os sistemas. Na representação macroscópica, há a diferenciação entre misturas homogêneas e heterogêneas, sendo que nas misturas heterogêneas, as substâncias que compõem cada fase são identificadas por seus nomes. Todos os sistemas apresentam registro textual.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Em 1 está representado (miscibilidade completa) a mistura homogênea formada pela água e pelo sal. Em 2 está representado os ligantes intermoleculares (pontes de hidrogênio) que permitem a dissolução do NaCl.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1- Mistura homogênea. 2- Ponte de hidrogênio

c) água e removedor

(1)

(2)

Em ambos não há pontes intermoleculares.

d) água e álcool

(1)

(2)

1- Mistura homogênea 2- Ponte de hidrogênio entre o álcool e a água.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

1- Mistura heterogênea. 2- Moléculas da água, separadas das moléculas do óleo.

Fig. 16: Registro pictográfico e textual do aluno 3 no questionário prévio.

No sistema a, a representação macroscópica indica uma mistura homogênea. O registro textual desta representação é transcrito: “*Em 1, está representada (macroscopicamente), a mistura homogênea formada pela água e pelo sal.*”, estando este texto em consonância com o registro pictográfico do aluno. Na representação submicroscópica deste sistema, os átomos são representados por circunferências de tamanhos distintos e identificados pelos símbolos químicos dos elementos que representam. Além disso, identificamos que, como nos outros casos, o aluno se preocupou em diferenciar a posição relativa dos átomos, indicando a geometria molecular para a molécula de água, apresentando a aproximação entre a água e o sal pela atração de opostos, com preocupação na orientação espacial de cada molécula. Também neste caso, não há qualquer representação dos íons de Na e de Cl. O registro textual referente a esta representação é: “*Em 2 estão representadas as ligações intermoleculares (pontes de hidrogênio) que permitem a dissolução do sal.*”, destacando que a solubilidade do sal em água se deve às interações entre eles, com a especificação do tipo de interação (pontes de hidrogênio). Não há menção aos íons de Na e de Cl.

No sistema b e d, a representação macroscópica também indica uma mistura homogênea. Na representação submicroscópica do sistema b, há a representação dos átomos por circunferências de tamanhos distintos, sendo que para a estrutura do ânion sulfato, o aluno usa somente uma circunferência para representá-lo e identifica a representação através da indicação por símbolos químicos dos

elementos deste íon. Não há menção às cargas dos íons de Cu nem da carga do íon SO_4^{2-} . O aluno, também nesta representação, mostrou preocupação em diferenciar a posição relativa dos átomos, indicando a geometria molecular para a molécula de água, apresentando a aproximação entre a água e o sulfato de cobre II pela atração de opostos, com preocupação na orientação espacial de cada molécula. O registro textual deste sistema é mais sintético: “1 – Mistura homogênea. 2 – Pontes de hidrogênio.”.

No sistema c, a representação macroscópica indica uma mistura heterogênea, com a indicação das substâncias que compõem cada fase por seus nomes. Na representação submicroscópica, o removedor tem a representação das suas partículas feita por uma única circunferência e sua identificação registrada pela indicação do nome da substância. Ainda na representação particulada, o aluno também faz uso da fórmula molecular da água para identificar a substância representada. Este fato da representação da água por sua fórmula molecular só ocorre nas misturas heterogêneas. O registro textual que acompanha estas imagens afirma que “*Em ambas não há ligações intermoleculares.*”, indicando uma confusão, pois passa a ideia de que são representações de sistemas distintos e não do mesmo sistema.

No sistema d, a representação macroscópica indica uma mistura homogênea e o texto que acompanha esta imagem reafirma a representação: “1 – Mistura homogênea.”. Na representação

submicroscópica, o aluno volta a representar a partícula de água por circunferências distintas, com posições relativas também distintas e indica sua aproximação da representação do álcool com preocupação na orientação espacial de cada molécula. A representação da partícula do álcool é feita por sua fórmula molecular, sendo o grupo OH destacado. O texto que acompanha a imagem traz: “*2 – Ponte de hidrogênio entre o álcool e a água.*”.

No sistema e, a representação macroscópica indica uma mistura heterogênea, com a indicação das substâncias, de cada fase, por seus nomes. Na representação submicroscópica, a representação das partículas do óleo e da água foi feita por uma única circunferência cada e sua identificação registrada pela indicação do nome da substância. O texto que acompanha este conjunto é transcrito a seguir: “*1 – Mistura heterogênea; 2 – Moléculas da água, separadas das moléculas do óleo.*”.

Os registros deste aluno evidenciam uma melhor elaboração conceitual, tanto da dimensão macroscópica quanto do modo submicroscópico. De uma forma geral, ele apresenta as representações de todos os sistemas, contemplando a organização particulada (embora nos sistemas b e d ele só represente uma molécula de cada substância) e as possíveis interações entre elas, quando ocorrem. Há uma preocupação em diferenciar as interações entre átomos, traço contínuo, das interações entre moléculas, traço descontínuo, revelando, por este

detalhamento em seu modelo expresso, o estágio de elaboração de seu modelo mental.

É o que acontece nos sistemas c e e. Nas representações submicroscópicas, algumas substâncias têm seus átomos representados por circunferências de tamanhos distintos e identificados pelos símbolos químicos dos elementos que representam. Para outras substâncias, como o removedor e o óleo, a representação das suas partículas foi feita por uma única circunferência e sua identificação registrada pela indicação do nome da substância. Ainda na representação particulada, o aluno também faz uso de fórmulas moleculares para identificar a substância representada, como é o caso do álcool no sistema água e álcool e da água, no sistema água e removedor.

No questionário pós, na primeira questão, o aluno responde que as interações “*São dinâmicas porque variam em função da atração de cargas opostas.*”, indicando que o movimento das partículas se deve às atrações de cargas opostas entre elas. Na segunda questão o aluno afirma que o uso da simulação/animação fez diferença no seu aprendizado “*...porque pude visualizar aquilo que estava aprendendo.*”, indicando que estas ferramentas facilitam a visualização de estruturas que não são tangíveis aos sentidos. Na questão de registro pictográfico e textual (fig. 17), todos os sistemas apresentam representações macroscópicas e submicroscópicas, com texto acompanhando estas

imagens. Estes registros, em conjunto com as falas do aluno, serão analisados a seguir.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

- 1- Mistura homogênea de H_2O e $NaCl$ (macro).
- 2- H_2O e $NaCl$, ligada por pontes de hidrogênio.

b) água e sulfato de cobre II ($CuSO_4$)

(1)

(2)

- 1- $CuSO_4$ dissolvido.
- 2- Ligação de Cu e O e SO_4 e H^+ .

c) água e removedor

(1)

(2)

- 1- Água + removedor + não se misturam.
- 2- Não há ligação intermolecular.

d) água e álcool

(1)

(2)

- 1- Mistura homogênea.
- 2- Ponte de hidrogênio entre OH e H .

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- 1- Óleo não dissolvido em água.
- 2- Não há ligação intermolecular.

Fig. 17: Registro pictográfico e textual do aluno 3 no questionário pós.

No sistema a, as representações macroscópicas e submicroscópicas são muito semelhantes às representações realizadas no questionário prévio. Há, neste questionário, a indicação das substâncias na representação macroscópica, o que não ocorreu no questionário prévio. O registro textual é mais sintético: “ *1 – Mistura homogênea de H_2O e Na Cl (macro). 2 – H_2O e Na Cl, ligados por pontes de hidrogênio.*”, não havendo indicação da existência dos íons de Na e de Cl. Na entrevista, ao questionar o aluno sobre mudanças feitas ou não em suas representações, especificando no momento o sistema a (fala 31), o aluno afirma que fez o registro idêntico ao do questionário prévio (fala 38), sem qualquer mudança (fala 39 e 40) e indica as pontes de hidrogênio representadas pelo traço descontínuo (fala 42), tanto no questionário prévio quanto no pós.

No sistema b, a representação macroscópica é a idêntica à anterior, tendo o registro textual sofrido uma alteração, pois no questionário os o aluno descreve “ *1 – $CuSO_4$ dissolvido.*”, enquanto no questionário prévio, ele registrou “*1 - Mistura homogênea.*”. No registro atual, o aluno especifica a substância que compõe a mistura, indicando o que ocorreu com a mesma. Já na representação submicroscópica, o aluno altera o seu registro indicando mais partículas de água no sistema, as quais são representadas da mesma forma que no questionário prévio, com a indicação dos símbolos químicos em cada circunferência. O íon sulfato ainda é representado por uma única esfera a qual possui o mesmo tamanho que a esfera que representa o cobre.

Há também a preocupação na orientação espacial das partículas. O aluno não menciona os íons em suas imagens, mas destaca a existência destes em seu texto: “2 – *Ligações entre Cu e O e entre SO_4^{2-} e H^+ .*”, indicando a sua percepção sobre as cargas destas partículas. Ao ser questionado sobre possíveis alterações que tenha feito nos registros deste sistema (fala 53), o aluno afirma, inicialmente, que só mudou a posição de escrita dos símbolos e “...*aqui devia ser um oxigênio que eu esqueci de...é, aqui é H, H, O que eu esqueci de circular e aqui um Cu...*”mas analisando um pouco mais os próprios registros, o mesmo acaba questionando a informação que registrou sobre o tipo de força intermolecular que atua entre o cobre e a água, conforme podemos perceber no trecho a seguir:

Fala 55: Profa	Entendi...e mudou...	
Fala 56: Aluno	E o SO_4 , ponte de hidrogênio, H_2O .	
Fala 57: Profa	Certo.	
Fala 58: Aluno	Aqui ponte de hidrogênio também, não sei se isto está certo...Não! Lógico que não é ponte de hidrogênio porque o Cu é um íon. Não é! Então...eu erre! (risos)	Indica com o dedo (Aponta o tracejado entre o SO_4 e o H da representação 2 do questionário pós)
Fala 59: Profa	Então, se não é ponte de hidrogênio, qual é a interação?	
Fala 60: Aluno	Dipolo-dipolo...	
Fala 61: Profa	Dipolo,...dipolo é no caso a água e aqui eu tenho íons, né?	Indica com o dedo
Fala 62: Aluno	Ah, é!	
Fala 63: Profa	Então a interação que você tentou representar aqui não é a ponte de hidrogênio mas pode ser a íon-dipolo...	
Fala 64: Aluno	Íon-dipolo...	

A partir deste ponto, percebemos que o aluno fica inseguro da informação que havia registrado mas sem convicção sobre a informação atual. Em seguida, este aluno tenta reafirmar o seu conhecimento,

questionando se o registro feito por ele sobre a interação entre sulfato e o hidrogênio da água está correto:

Fala 66: Aluno	Mas aqui é a ponte de hidrogênio? Né? Do SO ₄ ...	Indica com o dedo
Fala 67: Profa	Do sulfato...	
Fala 68: Aluno	E o H?	
Fala 69: Profa	Da forma que você representou, dá para interpretar assim.	
Fala 70: Aluno	Mas tá errado?	
Fala 71: Profa	Não sei...você que me fala. Tá errado, tá certo...	
Fala 72: Aluno	Ah! Não sei também...(risos)	
Fala 73: Profa	O que você acha? O cobre não é um íon tanto quanto o sulfato?	
Fala 74: Aluno	É.	
Fala 75: Profa	Então, se eu tenho íons em contato com um solvente polarizado...	
Fala 76: Aluno	É, mas como tem o H eu achei que quando tinha o H que...	
Fala 77: Profa	Com o oxigênio do sulfato você achou que...	
Fala 78: Aluno	Faz ponte de hidrogênio.	
Fala 79: Profa	Faz interação de ponte de hidrogênio.	
Fala 80: Aluno	É...	
Fala 81: Profa	Mas aqui o que predomina é o íon-dipolo.	Apontando a representação do sistema
Fala 82: Aluno	Tá.	

A percepção da análise equivocada se deu pelo próprio aluno que, ao ter chance de rever suas representações, questionou as próprias informações. Esta percepção espontânea mostra que o aluno possui conhecimentos pré-existentes consistentes ao ponto de chamar a sua atenção o registro que não condiz com a elaboração conceitual que possui na memória. No entanto, o aluno não se mostra convicto da informação que acaba de receber, embora externe um consentimento. Demonstrou uma certa hesitação, fruto de uma possível insegurança com relação ao seu conhecimento. Conhecimento este que já parecia consolidado, mas que sofre uma perturbação capaz de provocar uma

alteração em seus esquemas cognitivos, alterando a organização do mesmo.

No sistema c, nas representações macroscópicas e submicroscópicas, não há qualquer alteração em seus registros. No registro textual, o aluno faz registros distintos para cada representação e não um registro único para ambas, como fez no questionário prévio. O texto que acompanha as imagens do questionário pós é: “1 – água e removedor não se misturam. 2 – Não há ligações intermoleculares.”, evidenciando que percebe que as representações são do mesmo sistema. Na entrevista, o aluno confirma que não há alteração nas representações macroscópicas e submicroscópicas dos dois questionários.

No sistema d, as representações macroscópicas e submicroscópicas também são as mesmas do questionário anterior. O registro textual, referente à representação macroscópica se mantém o mesmo, mas sofre alteração quando se refere à representação submicroscópica. Neste questionário, o aluno descreve que “2 – Ponte de hidrogênio entre o OH^- e o H^+ .”, denotando a percepção da interação entre as substâncias em razão da interação entre as partículas. A indicação das cargas no texto pode ser uma forma encontrada pelo aluno para indicar a aproximação das moléculas por conta da atração de cargas opostas. Na entrevista, quando pedimos ao aluno que fale sobre a representação (fala 91), o aluno afirma que repetiu a

representação do questionário anterior, e se mantém observando as representações (fala 92). Em seguida, é perguntado ao aluno se ele mudaria algo em suas imagens e o mesmo responde que acha que podia (fala 102) “...representar a água fazendo os H_2O ,...”, indicando que o simbólico já seria suficiente para representar o particulado, numa evidente confusão entre as representações. Percebe-se aqui que o aluno busca simplificar suas imagens (fala 104).

No sistema e, as representações macroscópicas e submicroscópicas também estão repetidas, tendo alteração somente no texto que as acompanha. O texto, descrito pelo aluno é: “1 – Óleo não dissolvido em água. 2 – Não há ligações intermoleculares.”. Ao solicitar ao aluno que falasse sobre o sistema, o mesmo afirmou que “Ah, tá igual, mais ou menos.” (fala 108), indicando que fez a mesma coisa que fez no sistema com removedor (fala 112), sem fazer menção ao registro textual.

Este aluno, diferentemente dos anteriores, já apresentava no questionário prévio, uma percepção bastante clara da dimensão particulada. Tanto que no questionário prévio, assim como no pós, todos os sistemas foram representados. Nas representações, houveram alterações mais sutis no que diz respeito à quantidade de partículas representadas e na forma, disposição com que foram apresentadas, no caso do sistema b. Para este aluno, o trabalho com o recurso multimídia auxiliou-o na melhora da representação mas o momento de

reavaliar os registros, de analisar o que foi representado e descrito se mostrou fundamental, pois foi neste momento que o aluno pôde reorganizar suas idéias, reelaborar suas concepções e conceitos, questionando conhecimentos tidos como já estabelecidos, possibilitando uma melhora na construção de seus esquemas e de seus modelos mentais.

Capítulo 5 - Considerações Finais

Nossa pesquisa tinha como objetivo buscar indícios para respondermos a seguinte questão:

- A inserção do recurso multimídia pode favorecer a elaboração de conceitos sobre ligações intermoleculares?

A partir desta questão, outras questões foram surgindo no decorrer do trabalho e se mostraram desdobramentos desta questão inicial. São elas:

- Como os alunos lidam com estas representações, como interligam as informações obtidas com os conhecimentos que possui, como expressam esta aprendizagem, seja por meio do gestual, da fala ou com o uso de ferramentas multimídia, a fim de apreender os conceitos e significados que as mesmas simbolizam?
- Como se dá (ou não) a compreensão em modo submicroscópico e a transposição entre o mesmo e o modo macroscópico?

Ao refletirmos sobre as informações obtidas através dos registros escritos de todos os alunos e das entrevistas de alguns destes, podemos indicar que a inserção do recurso multimídia criou novas situações para que os alunos interagissem e não só visualisassem as representações,

tanto da dimensão macroscópica quanto da dimensão particulada, possibilitando aos alunos uma outra dinâmica, distinta da sala de aula, onde também tiveram a chance de expor, em momentos distintos, seus registros textuais e suas representações, seus modelos expressos a partir de seus modelos mentais. Com esta dinâmica, envolvendo o registro em dinâmicas diferentes e com intervalo de tempo, foi possível obter informações que o aluno já tinha estabelecido como conhecimento prévio, organizado e armazenado em seu sistema cognitivo, possibilitando que a nossa análise se respaldasse sobre conhecimentos já apreendidos, diferente de uma atividade onde o aluno, ao terminar sua interação com a ferramenta, já seja solicitado a responder e elaborar representações às quais foi exposto.

Com relação à questão sobre a possível (ou não) compreensão no modo submicroscópico, podemos afirmar que com o uso do recurso multimídia, alunos que não indicavam as representações submicroscópicas dos sistemas estudados, passaram a fazê-lo e, no caso dos alunos entrevistados, estes externaram verbalmente esta mudança na elaboração de suas representações. Se ocorreu uma melhora na representação do modo particulado ou até mesmo, em vários casos, este modo passa a existir nos registros dos alunos, é um indício de que estes alunos aprimoraram seus modelos mentais de forma a conseguir usá-los para responder a um questionamento. A partir desta apropriação, estes alunos passaram a perceber que os fenômenos que observavam, eram explicados por transformações e

interações advindas da dimensão particulada, e esta percepção está indicada também em vários registros realizados pelos alunos e já analisados no capítulo anterior. Este conjunto de informações analisadas nos remete a afirmar que a maioria destes alunos conseguiu efetuar a transposição entre os modos submicroscópico e macroscópico.

A questão que trata sobre como os alunos lidam com estas representações, como interligam as informações obtidas com os conhecimentos que possui, foi trabalhada durante a discussão dos resultados especialmente nos estudos de caso, quando comparamos os registros dos questionários prévios com as entrevistas, como no caso da aluna 2, que afirma que o registro submicroscópico foi feito porque o sistema, no caso água e sal de cozinha, sempre foi um exemplo muito comum em suas aulas de química desde que começou os seus estudos em química, deixando claro a importância do conhecimento prévio para sustentar a sua elaboração conceitual em novas situações.

As entrevistas se mostraram ferramentas fundamentais para a análise dos registros, pois em vários momentos a imagem representada pelo aluno não indicava, de forma clara, as informações que o mesmo acreditava representar. Com a transcrição das entrevistas, a análise tornou-se mais consistente, pois foi subsidiada pela fala intencional do aluno, com a idéia que o mesmo tinha e que motivou o registro como foi feito. Percebemos aqui que a comunicação verbal entre a professora e o aluno, foi um dos alicerces desta situação de reelaboração, pois sem

este diálogo, talvez o aluno não tivesse outra oportunidade para reavaliar os conceitos que já tinha apreendido. A aprendizagem foi expressa não só pelos registros escritos, mas também pelos registros verbais, auxiliando na apreensão de conceitos coerentes e na reelaboração das representações, de forma a comunicar melhor os significados das mesmas.

Com base no exposto nesta pesquisa, concluimos que a inserção do recurso multimídia favoreceu a elaboração de conceitos sobre ligações intermoleculares para a maioria dos alunos, pois os resultados ao dialogarem com os referenciais teóricos, mostram que houve melhora na elaboração conceitual, pois quando há mudança no registro pictográfico, possivelmente o aluno reorganizou seu modelo mental, aprimorando o mesmo e isto foi externalizado na sua representação.

No entanto, o recurso não se mostrou eficaz para todos os alunos pois não podemos esquecer que tivemos respostas nos questionários que afirmaram que o recurso não alterou a percepção ou compreensão do aluno sobre este conceito. Desta forma, sugerimos que mais estudos sejam feitos envolvendo o uso de recursos multimídia, com uso de instrumentos de registro e de momentos de diálogo, não só entre professor e aluno, mas como entre os próprios alunos, de forma a viabilizar situações onde o aluno possa expor suas elaborações e contrapô-las com as elaborações de outros, de forma a buscar questionar as idéias que está formulando, de forma a identificar

equivocos em sua elaboração antes que estes se cristalizem em sua memória, dificultando cada vez mais a reconstrução dos conceitos, das suas representações mentais e de conceitos que serão elaborados a partir destes já trabalhados.

A partir deste estudo, também sugerimos que outras formas de análise, envolvendo o uso de imagens, sejam desenvolvidas e aplicadas, de forma a auxiliar numa maior e melhor compreensão dos modelos mentais que os alunos vão construindo no decorrer de seus estudos, especialmente em Química, com especial atenção à natureza particulada da matéria, pois os conceitos pertinentes a esta dimensão permeiam vários conceitos que são trabalhados com os alunos e, muitas vezes, o aluno não possui conhecimento prévio em suas estruturas cognitivas para a compreensão desta dimensão e de todas as propriedades que a mesma é capaz de explicar, sendo ainda mais improvável que tenha um modelo mental pertinente a esta situação. De acordo com Eilam (2004),

“A aprendizagem bem sucedida depende, frequentemente, da habilidade de reconhecer e identificar nos corpos de conhecimento os pontos mais relevantes que já existem na memória de longo prazo dos principiantes, que podem ser usados para fazer o sentido do conhecimento novo e para raciocinar sobre as situações.”.

Capítulo 6 – Referências Bibliográficas

Adadan, E.; Irving, K. E.; Trundle, K. C. Impacts of Multi-representational Instruction on High School Students' Conceptual Understandings of the Particulate Nature of Matter, **International Journal of Science Education**, 2009, v. 31,13, p. 1743-1775.

Adelman, N. B.; Holmes, J. L.; Jacobsen, J. J.; Moore, J. W.; Schatz, P. F.; Tweedale, J.; Banks, A. J.; Kotz, J. C.; Robinson, W. R.; Young, S. Periodic Table Live! 3rd Edition, **Journal Chemical Education**, 2002, v. 79, p. 1487 – 1488.

Anderson, W. P. A Graphical User Interface for PC GAMESS. **Journal Chemical Education**, 2003, v. 80, p. 968.

Araujo, I.S., Veit, E. A.; Moreira, M. A. Simulações Computacionais na Aprendizagem da Lei de Gauss para a eletricidade e da Lei de Ampéreem nível de Física Geral. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2007, vol.6, n°3, p. 601 – 629.

Ardac, D.; Akaygun, S. Effectiveness of Multimedia-Based Instruction That Emphasizes Molecular Representations on Student's Understanding of Chemical Change. **Journal of Research in Science Teaching**, 2004, vol. 41, n° 4, p. 317-337.

Arroio, A. e Giordan, M. O Video Educativo: Aspectos da Organização de Ensino. **Química Nova na Escola**, 2006, n° 24, p. 8-11.

Ayres, P.; Gog, T. State of the art research into Cognitive Load Theory, **Computers in Human Behavior**, 2009, vol.25, n° 2, p. 253–257.

Banks, Alton J.; Holmes, Jon L.; Jacobsen, Jerrold J.; Moore, John W.; Schatz, Paul F.; Tweedale, Jaclyn; Kotz, John C.; Young, Susan. Periodic Table Live! 2nd Edition. **Journal Chemical Education**, 1999, vol. 76, p. 447 - 448.

Barneto, A. G.; Martín, M. R. G. Entornos Constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. **Revista**

Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2006, vol.5, n°2, p. 304 – 322.

Barro, M. R.; Ferreira, J. Q.; Queiroz, S. L. Blogs: Aplicação na Educação em Química. **Química Nova na Escola**, 2008, n° 30, p. 10-14.

Bell, T.; Urhahne, D., Schanze, S.; Ploetzner, R. Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. **International Journal of Science Education**, 2010, vol. 32, n°3, p. 349-377.

Belhot, R. V., Figueiredo, R. S.; Malavé, C. O. O uso da simulação no ensino de engenharia. **Cobenge**, 2001: <http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/NTM093.pdf>, acessado em 15/01/2009.

Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. Is an atom of copper malleable? **Journal of Chemical Education**, 1986, Vol. 63, p. 64-66.

Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. Students' visualization of a chemical reaction. **Education in Chemistry**, 1987, vol. 24, p. 117-120.

Boschmann, Erwin. Teaching Chemistry via Distance Education. **Journal of Chemical Education**, 2003, vol. 80, p. 704 - 708.

Bowen, C. W. Item Design Considerations for Computer-Based Testing of Student Learning in Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 1998, vol. 75, p. 1172 - 1174.

Brito, S. L. Um Ambiente Multimediatizado para a Construção do Conhecimento em Química. **Química Nova na Escola**, 2001, vol. 14, p. 13-15.

Campanário, J. M. Metalibros: La construcción colectiva de un recurso complementario y alternativo a los libros de texto tradicionales basado en el uso de Internet. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2003, vol.2, n°2.

Campbell, S.; Muzyka, J. Chemistry Games Show. **Journal of Chemical Education**, 2002, vol. 79, p. 458.

Calvo, C. V. y Stengler, E. Los Museos Interactivos como recurso didáctico: El Museo de las Ciencias y el Cosmos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2004, vol.3, nº1.

Carpi, A. Improvements in Undergraduate Science Education Using Web-Based Instructional Modules: The Natural Science Pages. **Journal of Chemical Education**, 2001, vol. 78, nº 12, p. 1709 - 1712.

Chandler, P. Dynamic visualisations and hypermedia: Beyond the "Wow" factor. **Computers in Human Behaviour**, 2009, vol. 25, p. 389-392.

Chimeno, J. S.; Wulfsberg, G. P.; Sanger, M. J.; Melton, T. J. The rainbow Wheel and Rainbow Matrix: Two Effective Tools for Learning Ionic Nomenclature. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83, p. 651 - 654.

Cole, R. S.; Todd, J. B. Effects of Web-Based Multimedia Homework with Immediate Rich Feedback on Student Learning in General Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2003, vol. 80, p. 1338 - 1343.

Coleman, W. F. Featured Molecules: Antiandrogen Prostate Cancer Drugs. **Journal of Chemical Education**, 2003, vol. 80, p. 1496.

_____. Perfume Chemistry: Jasmone, α -Damascone, Geraniol, Civetone, and Musk Baur. **Journal of Chemical Education**, 2004, vol.81, p. 57.(A)

_____. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. **Journal of Chemical Education**, 2004, vol. 81, p. 245.(B)

_____. Bioorganic Synthesis: Monosodium Glutamate and Other Amino Acids. **Journal of Chemical Education**, 2004, vol. 81, p. 448.(C)

_____. The Big Picture. **Journal of Chemical Education**, 2004, vol. 81, p. 604.(D)

Coleman, W. F.; Fedosky, E. W. A New Java Animation in Peer-Reviewed JCE Werware. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83 (1), p. 173 – 174.

_____ Using Jmol To Help Students Better Understand Fluxional Processes. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83, p. 336.

Conover, W. Bridging to the Lab [CD-ROM] (by Jones, Loretta; Tasker, Roy). **Journal of Chemical Education**, 2002, vol. 79 (6), p. 679.

Cook, M. P. Visual Representations in Science Education: The Influence of Prior Knowledge and Cognitive Load Theory on Instructional Design Principles. **Science Education**, 2006, vol. 90 (6), p. 1073 – 1091.

D'Amato, M. J.; Lux, K. W.; Walz, K. A.; Kerby, H. W.; Anderegg, B. Introducing New Learning Tools into a Standard Classroom: A Multi-Tool Approach to Integrating Fuel-Cell Concepts into Introductory College Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2007, vol. 84 (2), p. 248 - 252.

Dunn, S. K. Student Access to Symbolic Mathematics Software. **Journal of Chemical Education**, 2002, vol. 79, p. 1378.

Eichler, M. e Del Pino, J. C. Jornais e revistas on-line: busca por temas geradores. **Química Nova na Escola**, 1999, vol. 9, p. 6-8.

_____ Carbópolis, um software para Educação Química. **Química Nova na Escola**, 2000, vol. 11, 10-12.

_____ Popularização da Ciência e Mídia Digital no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, 2002, vol. 15, p. 24-27.

Eilam, B. Drops of Water and of Soap Solution: Students' Constraining Mental Models of the Nature of Matter. **Journal of Research in Science Teaching**, 2004, vol. 41(10), p. 970-993.

Ferreira, P. F. M. e Justi, R. S. Modelagem e o Fazer Ciência. **Química Nova na Escola**, 2008, Vol. 28, p. 32 - 36.

Gabel, D. L. Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding. **Journal of Chemical Education**, 1993, vol. 70 (3), p. 173 - 201.

Galagóvsky, L.; Giacomo, M. A.; Castelo, V. Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2009, vol.8, nº1.

García, J. M., Greca, I. M. y Meneses, J. A. Comunidades virtuales de práctica para el desarrollo profesional docente en Enseñanza de las Ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2008, vol.7, nº2, p.439 – 462.

Gilbert, J. K. **Visualization in Science Education**, 1a ed., Netherlands, Springer, 2005, 375 p.

Gillespie, R.G. Commentary: reforming the general chemistry textbook. **Journal of Chemical Education**, 1997, vol.74 (5), p. 484 - 485.

Giordan, M. Tutoring through the internet: how students and teachers interact to construct meaning', **International Journal of Science Education**, 2004, vol. 26 (15), p. 1875 — 1894.

Giordan, M., Meleiro, A. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Textos Lapeq**. 2003, nº9.

Giordan, M. e Mello, I. C. Educação Aberta na web: Serviços de Atendimento ao Estudante. **Química Nova na Escola**, 2000, vol.12, p. 8-10.

Goll, J. G.; Munding, S. L. Teaching Chemistry Using From the Earth to the Moon. **Journal of Chemical Education**, 2003, vol. 80, p. 292 - 293.

Goll, J. G.; Woods, B. J. Teaching Chemistry Using the Movie Apollo 13. **Journal of Chemical Education**, 1999, vol. 76, p. 506 - 508.

Guillermo, O. E. P.; Tarouco, L. M. R.; Endres, L. A. M. O poder das simulações no ensino de hidráulica. **Novas Tecnologias na Educação**,

2005, v. 3, n° 1. Disponível em http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a67_hidraulica.pdf, acessado em 15/01/09.

Gras-Martí, A.; Cano-Villalba, M.; Valero, C. C. Cursos de TIC per al professorat: anàlisi comparatiu de les modalitats presencial, semipresencial i no presencial. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2004, vol.3, n°1.

Greenbowe, T. J.; Burke, K. A. Collaborative Distance Education: The Iowa Chemistry Education Alliance. **Journal of Chemical Education**, 1998, vol.75, p. 1308 - 1312.

Harpp, D. N.; Fenster, A. E.; Schwarcz, J. A.; Zorychta, E.; Goodyer, N.; Hsiao, W.; Parente, J. Lecture Retrieval via the Web: Better Than Being There? **Journal of Chemical Education**, 2004, vol. 81, p 688 - 690.

Harvey, D. T. Introduction to Protein and Peptide Analysis with Mass Spectrometry. **Journal of Chemical Education**, 2005, vol. 82, p. 1003 - 1004.

Haslam, C. Y.; Hamilton, R. J. Investigating the Use of Integrated Instructions to Reduce the Cognitive Load Associated with Doing Practical Work in Secondary School Science, **International Journal of Science Education**, 2009, p. 1-23.

Hennessy, S.; Deaney, R.; Ruthven, K. Situated Expertise in Integrating Use of Multimedia Simulation into Secondary Science Teaching. **International Journal of Science Education**, 2006, vol. 28 (7), p. 701 — 732.

Hume, D. L.; Carson, K. M.; Hodgen, B.; Glaser, R. E. Chemistry Is in the News: Assessment of Student Attitudes toward Authentic News Media-Based Learning Activities. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83, p. 662 - 667.

Jenkinson, G. T.; Fraiman, A. A Multimedia Approach to Lab Reporting via Computer Presentation Software. **Journal of Chemical Education**, 1999, vol. 76, p. 283 - 284.

Johnson, A. E. Digital Ink: In-Class Annotation of PowerPoint Lectures. **Journal of Chemical Education**, 2008, vol. 85, p. 655 - 657.

Johnstone, A.H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computerized Assisted Learning**, 1991, Vol. 7, p. 75-83.

Johnstone, A.H. You Can't Get There from Here. **Journal of Chemical Education**, 2010, vol. 87(1), p. 22-29.

Kang, S., Scharmann, L. C., Noh, T.; Koh, H. The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change, **International Journal of Science Education**, 2005, vol. 27 (9), p. 1037 - 1058.

King, C. A Lattice Energy Spreadsheet. **Journal of Chemical Education**, 2005, vol. 82, p. 1584.

Kirschner, P. A. Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design of learning, **Learning and Instruction**, 2001, vol.12, p.1-10.

Kozma, R., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. The roles of representations and tools in the chemistry laboratory and their implications for chemistry learning. **The Journal of the Learning Sciences**, 2000, vol. 9(2), p. 105-143.

Kozma, R.B. & Russel, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena, **Journal of Research in Science Teaching**, 1997, vol. 34, p. 949-968.

Lemke, J. L. **Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1997.

_____. Teaching All the Languages of Science: Words, Symbols, Images and Actions. **Conference on Science Education in Barcelona**, 1998, Espanha.

_____. Research for the Future of Science Education: New Ways of Learning, New Ways of Living. **VIIth International Congress on Research in Science Teaching**. 2005, Granada, Espanha.

Leutner, D., Leopold, C.; Sumfleth, E. Cognitive load and science text comprehension: Effects of drawing and mentally imagining text content. **Computers in Human Behaviour**, 2009, vol. 25, p. 284-289.

Littlejohn, A.; Suckling, C.; Campbell, L.; McNicol, D. The amazingly patient tutor: students' interactions with an online carbohydrate chemistry course. **British Journal of Educational Technology**, 2002, vol. 33(3), p. 313-321.

Lo, G. V. Student Access to Symbolic Mathematics Software. **Journal of Chemical Education**, 2002, vol. 79, p. 1377.

Matson, M. L.; Fitzgerald, J. P.; Lin, S. Creating Customized, Relevant, and Engaging Laboratory Safety Videos. **Journal of Chemical Education**, 2007, vol. 84, p. 1727 - 1728.

Mayer, R. E.; Moreno, R. Animation as an Aid to Multimedia Learning. **Educational Psychology Review**, 2002, vol. 14, n.º.1, p. 87 - 99.

Medeiros, M. A. Análise de Mensagens Enviadas para um Sistema de Tutoria em Química na Web. **Química Nova na Escola**, 2009, vol. 31 (2), p. 76-81.

Meleiro, A.; Giordan, M. Hipermídia no ensino de modelos atômicos. **Química Nova na Escola**, 1999, vol. 10, p. 17-20.

Michel, R., Santos, F. M. T.; Greca, I. M. R. Uma Busca na Internet por Ferramentas Para a Educação Química no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, 2004, vol. 19, p. 3-7.

Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, 1956, vol. 63, p. 81-97

Moreira, M. A.; Greca, I. M.; Palmero, M. L. R. Modelos mentales y modelos conceptuales em la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. **Revista Brasileira de Investigación em Educação em Ciências**, 2002, vol. 2 (3), p. 84 - 96.

Mortimer, E.F.; Scott, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2002, vol. 7 (3), p. 283 - 306.

Nick, S. CHEMnet: Analysis of the Use of Special Features and Multimedia Elements of an Online Chemistry Course. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83 (7), p. 1099.

Niece, B. K. Animating Graphical Data during Lecture To Simulate Real-Time Data Collection. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83, p. 508 - 509.

Page, T. R.; Boots, C. A.; Freitag, M. A. Quantum Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2008, vol. 85, p. 159.

Parrill, A. L.; Gervay, J. Fostering Curiosity-Driven Learning through Interactive Multimedia Representations of Biological Molecules. **Journal of Chemical Education**, 1997, vol. 74, p. 1141 - 1142.

Pavlinic, S.; Wright, A. H.; Buckley, P. D. Students Using Chemistry Courseware - Insights from a Qualitative Study. **Journal of Chemical Education**, 2000, vol. 77, p. 231.

Rezende, F. e Ostermann, F. Interações discursivas on-line sobre Epistemologia entre professores de Física: uma análise pautada em princípios do referencial sociocultural. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2006, vol.5, nº3, p. 505 - 521.

Rittenhouse, R. C.; Soper, L. M.; Rittenhouse, J. L. Filling in the Hexagonal Close-Packed Unit Cell. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83, p. 175.

Russel, W. J., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N.; Davis, J. **Journal of Chemical Education**, 1997, vol. 74 (3), p. 330 - 334.

Sánchez, M. A. Animaciones *Modellus* y videos de experiencias de laboratorio para dar un nuevo impulso a la enseñanza de la mecánica newtoniana. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2007, vol.6, n°3, p. 729 - 745.

Sanger, M. J.; Campbell, E.; Felker, J.; Spencer, C. "Concept Learning versus Problem Solving": Does Particle Motion Have an Effect? **Journal of Chemical Education**, 2007, vol. 84, p. 875 - 879.

Santos, L. M. A.; Tarouco, L. M. R. A Importância do Estudo da Teoria da Carga Cognitiva em uma Educação Tecnológica. **CINTED/UFRGS**, 2007, vol. 5, n° 1.

Smith, P. M. Thinkwell's Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2002, vol. 79, p. 807.

Snir, J., Raz, G., & Smith, C.L. Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate model of matter. **Science Education**, 2003, vol. 87(6), p. 794-830.

Sorby, S. A. Educational Research in Developing 3-D Spatial Skills for Engineering Students. **International Journal of Science Education**, 2009, vol. 31 (3), p. 459 — 480

Souza, M.P., Merçon, F., Santos, N., Rapello, C. N.; Ayres, A. C. S. Titulando 2004: Um Software para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, 2005, vol 22, p. 35 – 37.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., e Paas, F. Cognitive architecture and instructional design. **Educational Psychology Review**, 1998, vol. 10, p. 251-295.

Taber, K. S. Mediating Mental Models of Metals: Acknowledging the Priority of the Learner's Prior Learning. **Science Education**, 2003, vol. 87, p. 732 – 758.

Toval, A.; Flores, M. Computer systems simulation in education: description of an experience. **Computers & Education**, 1987, vol. 2, n° 4, p. 293-303.

Trindade, J.; Fiolhais, C.; Almeida, L. Learning in virtual environments: a descriptive study. **British Journal of Educational Technology**, 2002, vol. 33 (4), p. 471-488.

Valverde, G. J. y Viza, A. L. Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de La química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2006, vol.5, n°1, p. 1 - 14.

Van Ryswyk, H. Writing-Intensive Multimedia Projects in the Instrumental Methods Course. **Journal of Chemical Education**, 2005, vol. 82, p. 70 – 72.

Vygotsky, L. S. et al. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone editora, 1988.

Vygotsky, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

Weiner, S. W.; Cerpovicz, P. F.; Dixon, D. W.; Harden, D. B.; Hobbs, D. S.; Gosnell, D. L. RasMol and Mage in the Undergraduate Biochemistry Curriculum. **Journal of Chemical Education**, 2000, vol. 77, p. 401 - 406.

Wertsch, J. V. **Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991.

Wertsch, J. V. **La mente en acción**. Aique Grupo Editor S.A, 1999.

Wu, H., Krajcik, J. S., Soloway, E. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, 2000, vol. 38 (7), p. 821-842.

Yang, E.-M.; Greenbowe, T. J.; Andre, T. The Effective Use of an Interactive Software Program To Reduce Students' Misconceptions about Batteries. **Journal of Chemical Education**, 2004, vol. 81, p. 587 – 595.

Yeziarski, E J.; Birk, J. P. Misconceptions about the Particulate Nature of Matter. **Journal of Chemical Education**, 2006, vol. 83, p. 954 - 960.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionários prévios e pós dos 22 alunos

Questionário prévio do aluno 1

Questionário prévio sobre interações e solubilidade - 14/06/2010

Nome: Aluno 1

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma representação da realidade, criado para facilitar o entendimento do estudo. Por exemplo a representação de átomos e ligação, através de bolas e varitas

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é uma forma simplista e geral de representar a realidade.

3) O que você entende por representação?

Representação é uma esquematização de um processo da realidade.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Facilita o entendimento do conceito, pois ajuda a visualizar o processo do estudo

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

A interação entre moléculas é a aproximação e a interferência que uma molécula faz com outra. ~~Por isso, elas~~ ~~apesar de não vermos~~ as interações, elas interferem diretamente em situações cotidianas.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

As moléculas da água possuem liberdade para se movimentarem, mas possuem ligações intermoleculares, que limitam esses movimentos, para que essas moléculas não se espalhem e se separem.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Macroscopicamente não conseguimos ver os átomos e suas ligações. Com equipamentos é possível a visão das moléculas e suas interações.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

Novamente não endereçamos as moléculas, mas vemos um sólido não dissolvido, macroscopicamente. Microscopicamente vemos as moléculas de água e de sulfato de cobre II separadas.

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós do aluno 1

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/02/2010

Nome: Aluno 1

nº

2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Não dinâmicas, pois os esquemas fixos são apenas representações didáticas que facilitam o estudo.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

As simulações facilitaram a visualização, pois somente com a teoria explicada em sala de aula é difícil imaginar o movimento das partículas em situações reais.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1) macroscopicamente vemos apenas o líquido (água + NaCl)

2) sub-microscopicamente vemos as moléculas organizando-se e atraindo-se por ligações intermoleculares

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1) macroscopicamente vemos a água e o sulfato de cobre II dissolvidos, o último como um resíduo no líquido

2) as moléculas de água e CuSO_4 estão ~~unidas~~ e têm muitas interações entre elas

c) água e removedor

(1)

(2)

água e removedor não se misturam, e vemos duas fases, macroscopicamente. Micro-macroscopicamente não há interações entre moléculas

d) água e álcool

(1)

(2)

a água e o álcool fazem atrações momentâneas

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

O óleo não se mistura com a água, pois são apolares e polar, respectivamente. Sendo assim apresentam duas ~~fases~~ fases macroscópicas e suas moléculas não sofrem interação.

Questionário prévio Aluna 2

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/06/2010

Nome: Aluna 2

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

É um modo de representação.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é uma representação do que
seja real.

3) O que você entende por representação?

Representação é um modelo simbólico de
algo para uma melhor visualização e
compreendimento.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Simulação computacional é uma forma
de representar algo que apenas uma foto
não seria capaz.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

A interação entre moléculas se explica pelas forças intermoleculares.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, em constante movimento. Por conta das forças intramoleculares e intermoleculares.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

(1) → sal dissolvido na água

(2) → átomos de hidrogênio (carga positiva) se liga com os átomos de cl (carga negativa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

(1) água não se mistura com o removedor

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluna 2

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluna 2

nº.

2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

São dinâmicas.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim. O uso da simulação facilita a minha visualização do fenômeno.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

I) Água e sal de cozinha

II) átomos de hidrogênio (carga positiva) se ligam com os átomos de Cl (carga negativa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

água
sulfato
de cobre

(2)

CuSO_4

c) água e removedor

(1)

removedor
água

(2)

removedor

d) água e álcool

(1)

álcool
água

(2)

álcool

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

⇒ substâncias polares não se misturam com apolares.

Questionário prévio aluno 3

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/4/2010

Nome: Aluno 3

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma representação macroscópica de alguma coisa que só pode ser vista microscopicamente. Por exemplo, modelos de moléculas através de esferas e bastões.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Em química, o modelo é maior que a realidade.

3) O que você entende por representação?

O mesmo que modelo.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

É um modelo ou representação virtual.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

São as ligações que fazem com que as moléculas se juntem e formem substâncias maiores. É muito importante porque sem ela as moléculas ficariam soltas no ar e não haveria líquidos nem sólidos.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim porque no estado líquido as pontes de hidrogênio são mais fracas, o que permite que as moléculas se movam. Isso também pode ser visto macroscopicamente porque no estado líquido a água pode mudar de forma, o que não acontece no estado sólido.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Em 1 está representada (macroscopicamente) a mistura homogênea formada pela água e pelo sal. Em 2 está representado os ligações intermoleculares (pontes de hidrogênio) que permitem a dissolução do NaCl.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1- Mistura homogênea. 2- Ponte de Hidrogênio

c) água e removedor

(1)

(2)

Em ambas não há ligação intermoleculares.

d) água e álcool

(1)

(2)

1- Mistura homogênea 2- Ponte de hidrogênio entre o álcool e a água.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

1- M. Juro Peterog. 2- Moléculas do fígado,
reparado dos moléculas do fígado.

Questionário pós aluno 3

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

13/9/2010

Nome: Aluno 3

____ nº.

____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

São dinâmicas, porque variam em função da atração de cargas opostas.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, porque pude visualizar aquilo que estava aprendendo.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1- Mistura homogênea de H_2O e $NaCl$ (macro).

2- H_2O e $NaCl$, ligados por pontes de hidrogênio.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1- CuSO_4 dissolvido.2- Ligação entre Cu^{2+} e SO_4^{2-} e H_2O

c) água e removedor

(1)

(2)

1- Água, removedor e água de amoníaco.

2- Não há ligação intermolecular.

d) água e álcool

(1)

(2)

1- Mistura homogênea

2- Ponte de hidrogênio entre H_2O e $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- 1- Óleo não dissolve em água.
- 2- Não há ligação intermoleculares.

Questionário prévio aluno 4

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluno 4

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo na área de ciências é um exemplo geral, uma regra, que acaba incluindo grande parte do material para facilitar a aprendizagem.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo a maioria das vezes não se adapta, nem sempre é igual a realidade.

3) O que você entende por representação?

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

A animação e simulação computacional é um recurso usado na tentativa de explicar a teoria, na minha opinião, um artifício muito fácil e importante para o entendimento do aluno.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

Solução
A interação entre moléculas é a interação de uma com as outras. A importância disso para o mundo é total. Muitas coisas existem para a humanidade hoje é conseguido através da interação entre moléculas.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluno 4

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Aluno 4
 Nome: _____ nº. _____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

As interações intermoleculares são dinâmicas, pois devido a diferentes polaridades estas sempre mudando

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, ajudou a ~~ver~~ entender com ~~o~~ imagens a interação as interações com mais precisão

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

→ água + sal

(2)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário prévio aluno 5

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

13/06/2010

Nome: Aluno 5

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

É a tentativa de demonstrar qualquer objeto real de maneira que possamos entender

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo seria a parte teórica, não sendo necessariamente igual a real, apenas serve para exemplificar e deixar claro como seria, por exemplo, um elemento na realidade. Uma tentativa de representar a realidade.

3) O que você entende por representação?

É a tentativa de demonstrar a realidade

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

São modelos que nos auxiliam na representação da realidade

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

É como elas se unem em meio delicadas intermoleculares. Tem uma importância alta por auxiliar na educação dos alunos

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim. Por causa das pontas de hidrogênio que proporcionam a interação e possibilidade das moléculas estarem constantemente em movimento

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(2)

Na primeiro aparece água e sal misturados com a cor branca. No 2º aparece 1 molécula de O formando uma molécula de Na e 1 molécula de H atendo 1 de H_2O

b) água e sulfato de cobre II ($CuSO_4$)

(1)

(2)

No 1º eles se misturam. No segundo aparece o H₂O atrairdo o CO₂ como no 1º

c) água e removedor

(1)

 eles não se atraem

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

 A → Alcool
 B → água

Eles se misturam

e) água e óleo de cozinha

(1)

 óleo
 água

(2)

1º óleo não mistura com a água ficando em cima e a água em baixo

Questionário pós aluno 5

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluno 5 _____ nº _____ 2º EM _____

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim. Porque a simulação se diferencia do texto, exemplificando o que acontece e ligando com coisas que podem acontecer no cotidiano.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Eles representam moléculas de H_2O atraem as de Na^+ e as de Cl^- atraem as de CO_3^{2-}

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

No primeiro água H_2O . No segundo aparece moléculas de O através moléculas de H_2O e moléculas de CuSO_4 através moléculas de H_2O

c) água e removedor

(1)

(2)

Não se misturam.

d) água e álcool

(1)

(2)

Eles se misturam

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Eles não se misturam

Questionário prévio aluna 6

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/06/2010Nome: Aluna 62º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo seria uma representação do que seria na realidade.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é uma representação do que seria na realidade.

3) O que você entende por representação?

exemplificação da realidade.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

são réplicas de como seriam o comportamento de certos itens

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

depende
Dipolo-Dipolo.
→ muita teoria para pouco tempo de aula.
É importante, mas eu não vejo sentido ter isso
revelado, sendo que tem de muitos alunos (como eu) se
dedicarem para a área de direito internacional.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Sal vai se dissolver na água

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

não vai se dissolver

c) água e removedor

(1)

(2)

não vai se dissolver

d) água e álcool

(1)

(2)

vai se dissolver

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Professora, pense com muito carinho em dar uma
nota especial esse bimestre ...
faça a prova com muito carinho

Adoro você!!

Beijos Rah

Questionário pós aluna 6

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/9/2010

Nome: Aluna 6

nº _2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

não entendi

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, pois com apenas o texto da aula e da apostila não conseguimos ter uma visualização física e não conseguimos ter um entendimento sobre o assunto.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

H_2O e NaCl não reagem.

↳ não se dissolvem

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

não se dissolve

c) água e removedor

(1)

(2)

não se dissolve

d) água e álcool

(1)

(2)

se misturam

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

não são miscíveis

Questionário prévio aluna 7

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/6/2010Nome: Aluna 72° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma referência para o estudo

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é uma representação da realidade.

3) O que você entende por representação?

Representação é algo imaginado, que existem duplicatas de duas estruturas

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Simulam o que aparentemente acontece mas que não pode ser visto, ou seja representam o que acontece.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

São íons que se atraem, formando
ligações.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

sim

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

O sal diluiu-se (se quebrou) juntando-se
aos átomos da água

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluna 7

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/9/2010

Nome: Aluna 7

nº

2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

não entendi

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Não, a maneira que eu já tinha
visto em outras intermoleculares permaneceu
a mesma

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

NaCl e H2O são polares, se dissolvem

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário prévio aluno 8

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/06/2010

Nome: Aluno 8

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Um modelo científico é uma simplificação ou generalização de como algo deveria ser, por exemplo o modelo de um átomo, no modelo ele é tido como redondo, perfeito e etc, mas na realidade não tem a forma definida e é abstrato.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é uma forma de tentar trazer, no caso da ciência, algo abstrato ao campo visual e mais simples de se entender.

3) O que você entende por representação?

A representação é uma forma de tentar reproduzir a realidade.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Animação e simulação computacional são instrumentos que fazem situações complexas de se explicar visíveis.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

A interação entre as moléculas são forças que as mantêm unidas, algumas forças de repulsão outras não. Este tópico é relativamente importante para entender as propriedades de cada material como o diamante.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim. Porque as forças ^{de ligação} são mais fracas e há uma tendência natural de movimento devido a energia contida nas moléculas.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Macroscopicamente a mistura é homogênea pois o sal está dissolvido. Sub-microscopicamente o NaCl que tem íons Na^+ e Cl^- se separa para se ligar às moléculas de água que o rodeiam, pois a água tem seus lados positivos e negativos bem definidos.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

Em (I) o aspecto é homogêneo pois ocorre dissolução. Em II a parte positiva da água (H) atrai a ~~parte~~ parte negativa do ~~oxy~~ sulfato de cobre (SO_4) e o mesmo ocorre com a parte positiva de modo que a água vai se aproximando e desestru-
turando o CuSO_4

c) água e removedor

(1)

(2)

1-º sistema heterogêneo, a água não se mistura com o removedor.
2-º a água não pega removedor

d) água e álcool

(1)

(2)

1-º homogêneo
2-º a parte do álcool referente a ponte de hidrogênio se mistura com a água.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

1- heterogênea
2- não se mistura

Questionário pós aluno 8

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluno 8 _____ nº _____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Um modelo estático é uma simplificação ou generalização de um objeto físico, que não leva em conta a influência de um átomo ou molécula sobre o outro, sendo apenas a representação da estrutura. São dinâmicas, porque as ligações fazem e se deslocam muito rápido, como as forças de London, ou dipolo-dipolo.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim. Através do simulador é possível visualizar o que realmente acontece e entender, dialogar com o que se tinha imaginado, para identificar erros no meu raciocínio e aprimorá-lo.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Macroscopicamente a mistura é homogênea pois o sal está dissolvido. Submicroscopicamente a NaCl tem caráter iônico, pois a água é uma substância polar. As águas se dissolvem, ou seja a parte positiva da água atrai a negativa do NaCl e vice-versa.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

6 aspecto é homogêneo pois ocorre dissolução. Com a ponte positiva da água (H) atrai a parte negativa do CuSO_4 e vice versa. De modo que ele fica diluído, pois as duas substâncias são polares.

c) água e removedor

(1)

(2)

1-º sistema heterogêneo, a água não se mistura com o removedor.
2-º o removedor é apolar de modo que água (polar) não se mistura com ele.

d) água e álcool

(1)

(2)

1-º a substância é homogênea
2-º a parte do álcool referente a ponte de hidrogênio se mistura com a água.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- 1 - mistura heterogênea
- 2 - Não se misturam pois o óleo é apolar e a água é polar (diferen-
tes não se misturam)

Questionário prévio aluna 9

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/06/2010

Nome: Aluna 9

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Algo que chegue o mais próximo possível da realidade para representar algo.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo tenta representar mais fielmente possível a realidade. O modelo não é exatamente como na realidade.

3) O que você entende por representação?

tenta representar o mais próximo possível a realidade.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

São recursos usados para entendermos melhor o que ocorre na realidade.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, as moléculas estão sempre em movimento.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

● oxigênio
○ hidrogênio

desmhei a água é o sal de cozinha sendo adicionado, antes de se misturar a água.	<p>2) A parte negativa da molécula de água se se liga a parte positiva do NaCl, o sódio.</p> <p>A parte positiva da molécula se liga a negativa do sal, o cloro.</p>
--	--

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

A parte negativa da água
se liga ao Siq.
A parte positiva da
água se liga ao Cu.
Se misturam.

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

se misturam pois a água é polar e o álcool também (em parte).
há interação por pontes de hidrogênio

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

não se misturam pois
a água é polar e o óleo
apolar

Questionário pós aluna 9

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010Nome: Aluna 9 nº. 2° EM C**Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade**

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

dinâmicas, porque

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

sim, porque com as simulações é possível criar uma
imagem mais clara e próxima da realidade para
entendermos o conceito

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

A água e o sal (polares) se misturam.A parte com polaridade nega-
tiva de H₂O (oxigênio) se apro-
xima de positiva do NaCl (sódio).
A parte de água c/ polaridade
positiva de H₂O (hidrogênio)
se aproxima do Cl.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

Ambo se misturam. O Cobre se aproxima do oxigênio da água, e o hidrogênio se aproxima do SO_4 . Ocorrem interações íon-dipolo.

c) água e removedor

(1)

(2)

Água e removedor não se misturam pois um é polar e o outro apolar. As moléculas "se chocam" sem se misturar.

d) água e álcool

(1)

(2)

Se misturam porque água é polar e álcool é polar em parte. Formam-se pontes de hidrogênio e/ ou H da água e do álcool.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Não se misturam pois
 H_2O é polar e o óleo é
apolar. A água é mais
densa, por isso fica emba-
ixo.

Questionário prévio aluno 10

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

24/05/2010

Nome: _ Aluno 10

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Algo teórico que aproxima-se da realidade para facilitar o entendimento dos alunos.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é a representação da realidade.

3) O que você entende por representação?

Imagens, desenhos e animações.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Uma tentativa de representar a realidade para ajudar no entendimento da matéria tornando-a mais "divertida".

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

Formação da matéria. Para minha vida
pós escola nenhum.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim estão em constante movimento
Não sei explicar.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

2. Representação Modelo, não Realidade

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

2- teórica

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluno 10

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: _ Aluno 10

_____nº _____2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

dinâmicas, não sei porque.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim -> Animações tornam-se "representação" o que não vemos e aproxima-nos da química.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Moléculas "unem-se" por ligações intermoleculares.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

água +
sulfato de cobre

(2)

↓
iônico → mistura-se

c) água e removedor

(1)

(2)

Apolar

Polar

↓
Não há mistura de moléculas.
Polar não mistura-se
com a polar.

d) água e álcool

(1)

Água
+ álcool

(2)

álcool - polar e
apolar.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Não misturam-se
pois são polares

Questionário prévio aluno 11

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/06/2010

Aluno 11

Nome:

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma representação da realidade que às vezes não é uma cópia exata, mas tem algumas características da aparência para manter as relações práticas.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo pode não representar exatamente a realidade ou para simplificar para os alunos ou para demonstrar aplicações práticas.

3) O que você entende por representação?

Um objeto que pode ou não ser idêntico à realidade com a função de mostrar para todos os alunos a ciência.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

A animação é um esquema simplificado e colorido de forma a mostrar claramente os fenômenos teóricos, mas não são uma cópia exata, é só para exemplificar.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

A interação Le moléculas são as forças que ocorrem entre as moléculas, entre os átomos, moléculas e íons. Se ligam a outras moléculas, íons. O grau de importância do fenômeno é grande mas o grau de importância em o aprendizado é zero.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, as moléculas vibram até que elas se cheguem a 0K o zero absoluto e então não há mais movimento maior a agitação nas partículas.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

É desenhado o sal dissolvido na água (1) e as moléculas da água se associam ao sal.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO₄)

(1)

(2)

As moléculas de água agregam as
moléculas do Sulfato.

c) água e removedor

(1)

(2)

Rem =

O =

H =

A Água e o Removedor não se misturam
Porque as forças atrativas
diferentes entre eles são

d) água e álcool

(1)

(2)

= O

= OH

= H

= C

A Água dissolve o ALCOOL

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

= Óleo

= O

= H

Questionário pós aluno 11

Questionário prévio sobre interações e solubilidade
 ___/___/2010

Nome: Aluno 11 _____ nº. 2° EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

dinâmicas pois as moléculas vão fazendo as ligações e desfazendo constantemente.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, a diferença foi mostrar como os polos negativos interagem com os positivos

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Sal dissolvido em água as moléculas de H₂O ligam-se ao Na e ao Cl e os de H ligam-se ao de Cl

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

Homogeneizado

(2)

$\bullet = \text{O}$
 $\bullet = \text{Cu}$
 $\bullet = \text{SO}_4$
 $\circ = \text{H}$

O com "Cu" e "H" com "SO₄"

c) água e removedor

(1)

Separado

(2)

R = Removedor

$\bullet = \text{O}$
 $\circ = \text{H}$

Separado

d) água e álcool

(1)

Separado

(2)

$\bullet = \text{O}$
 $\circ = \text{H}$

Separado

e) água e óleo de cozinha

(1)

Separado

(2)

$\text{oleo} = \text{D}$
 $\text{agua} = \text{H}$

Separado

Questionário prévio aluno 12

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

11/06/2010

Nome: Aluno 12

____ 2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

É uma representação, uma visão geral de alguma substância.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é um exemplo geral para demonstrar a realidade.

3) O que você entende por representação?

Entendo por jeito de demonstrar algo.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Como o professor nome diz, uma simulação de algo que seja real, mas de um jeito mais compreensível.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

É uma força, ligação que as unem. Sem ela, nada funciona.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, elas estão.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

água e sal misturados

(2)

Ligações entre os polos negativos e positivos

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

água e sulfato de cobre

(2)

Ligação entre moléculas

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluno 12

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: _ Aluno 12 _____ nº _ 2° EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

*sim, fez alguma diferença quanto a representação, mas eu acho que faria mais diferença a mesma experiência
 só que no laboratório*

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

*Água e sal
dissolvidos*

(2)

ligação

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

água e sulfato
dissolvidos

(2)

c) água e removedor

(1)

removedor
e água

(2)

dipolar
e polar

d) água e álcool

(1)

água e álcool
dissolvidos

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário prévio aluna 13

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
14/06/2010

Nome: Aluna 13

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma representação da realidade. ex. modelo de moléculas tetraédricas.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é uma representação mais genérica e exemplificada da realidade.

3) O que você entende por representação?

Representação é a simulação de um modelo real.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Uma animação e simulação computacional é uma maneira de visualizar algo que para nós parece abstrato, ajudando a entender a teoria.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

Interação entre moléculas é a maneira como elas interagem entre si, isso é importante para dar sequência e entender o resto da matéria.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, as moléculas estão em movimento (não existe um momento em que elas estejam paradas) ainda mais no estado líquido.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Homo { (1) moléculas dissolvidas
gênea { (2) atrações ion-dipolo Na^+ ligado ao O^- e Cl^- ligado ao H^+ .
→ pontes de H.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

- (1) moléculas de H_2O e $CuSO_4$ sem serem
míctveis entre si.
(2) mistura heterogênea.

c) água e removedor

(1)

(2)

- (1) mistura heterogênea
(2) moléculas de H_2O e removedor míctveis.

d) água e álcool

(1)

(2)

- (1) mistura homogênea
(2) moléculas de H_2O e álcool míctveis
pussindo pontes de hidrogênio intermolecu-
lares.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- (1) mistura heterogênea
- (2) moléculas miscíveis de óleo e água

Questionário pós aluna 13

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluna 13 _____ nº _____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Dinâmica

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, pois ajuda na visualização e na memorização dos procedimentos.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1- mistura homogênea

2- moléculas de H₂O com NaCl.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

(1) homogêneo

(2) micelas por pontes de hidrogênio

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário prévio aluna 14

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
14/06/2010

Nome: Aluna 14

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Uma representação simplificada para melhor entendimento de que ocorre na realidade. Por exemplo: os átomos sendo representados por bolinhas.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é uma simplificação, uma representação da realidade.

3) O que você entende por representação?

É tentar traduzir uma simplificação visual o que não pode ser visto ou que é tridimensional e colocá-lo desenhado no papel.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

É um tipo de representação para simular um acontecimento não possível e torná-lo mais fácil.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

É o que compõe todo o mundo a nossa volta, é muito importante saber como ele funciona com um estudo mais profundo.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, as moléculas sempre estão em movimento constante.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

A água tem polos + e -. O polo + (H) atrai o polo - do NaCl (Cl) e o polo - (O) atrai o polo + (Na), dissolvendo o estrutura cristalina do sal.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

As moléculas não se misturam.

d) água e álcool

(1)

(2)

Os moléculas se unem por pontes de H.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

As moléculas não se misturam.

Questionário pós aluna 14

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluna 14

nº _2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

São dinâmicas, assim como a composição atômica e as interações intermoleculares.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Não vi, desculpa!

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

Água dissolve o sal de cozinha (NaCl)

(2)

O retículo cristalino está com suas moléculas - (Cl) sendo atraídas pelo + da água (H). O mesmo ocorre com Na + O.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

As duas substâncias são
miscíveis e formam um composto.

c) água e removedor

(1)

(2)

A água (polar) e o removedor
(apolar) não se misturam (miscíveis).

d) água e álcool

(1)

(2)

A água e o álcool são
miscíveis, se misturam, solúveis.
há a atração intermolecular.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

A água e o óleo são

imiscíveis por sua baixa

molaridade não são "compatíveis"

Questionário prévio aluno 15

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
14/6 /2010

Nome: Aluno 15

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo seria a representação simples, teórica da ciência.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

A realidade expõe um patamar de complexidade muito elevado, dificultando

3) O que você entende por representação?

Algo não real, que busca a percepção em relação ao real que representa

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

É a tentativa de representação da realidade

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

É o relacionamento entre moléculas por meio de ligações intermoleculares. Extrema importância, como por exemplo saber como substâncias se transformam.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, estão em movimento, porque as pontes de hidrogênio não permitem o movimento.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1- Sal dissolvido na água

2- moléculas de água se associando às do sal

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

- 1- CuSO_4 dissolve na água
 2- Moléculas se associando

c) água e removedor

(1)

(2)

- 1- Removedor não se dissolve na água.
 2- Moléculas separadas sem reagir.

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluno 15

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluno 15 _____ nº. ____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Dinâmicas, estão constantemente se transformando.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, ajudaram na construção da minha imagem, modelo, mental.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1- sal dissolvido na água
2- Moléculas da água se associando às do sal

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

removedor
água

(2)

- 1-removedor não se dissolve na água
- 2-Molécula separadas sem reagir

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário prévio aluna 16

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
14/06/2010

Nome: Aluna 16

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Entendo como uma referência-base para, compor e analisar outras situações.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é a representação da realidade, para que esta seja explicada, da maneira mais compreensível possível.

3) O que você entende por representação?

Entendo como a, adoção de informações técnicas para, "representar" o real, ou modelo.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

representação de movimento ou tentativa, de representar, a, realidade.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

São as ligações que "fintam" as moléculas, após imantadas as.
 é de grande importância, pois, através das interações, é possível analisar o comportamento das moléculas em determinadas substâncias.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, porque, além de estar em estado líquido e que, por isso, tem maior mobilidade para as moléculas do que, no estado sólido, isso tem a ver com a polaridade das.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO₄)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

subst apolar e polar
n. misturam

d) água e álcool

(1)

(2)

ligação intermolecular por pontes de hidrogênio

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

substância apolar e polar
n. se misturam

Questionário pós aluna 16

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluna 16

nº

2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

são dinâmicas, porque as moléculas estão em constante movimento.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, na "língua" que eu aprendi da animação deixou clara a atração da água por certos materiais, fazendo com que eu entendesse o comportamento das interações "na vida real".

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

ligação iônica em
água se dissolve.

c) água e removedor

(1)

(2)

substância apolar e apolar

não misturam

d) água e álcool

(1)

solução

(2)

ligação intermolecular
por pontes de hidrogênio.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

substância apolar e polar

não se misturam.

Questionário prévio aluno 17

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluno 17

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

É uma representação muito simplificada da ciência. Ex: Para facilitar a representação usamos bolas como se fossem átomos.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

A realidade tem um potencial de complexidade e de extensões que não podemos reproduzir em figuras. Para isso usamos os modelos (simplificações).

3) O que você entende por representação?

É a tentativa de reproduzir a realidade simplificada.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

É a tentativa de reproduzir a realidade simplificada.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

É como elas se unem por meio de ligações intermoleculares (atrações apolares ou polares). É importante saber como um íon pode variar um dia a noite.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, pois as pontes de hidrogênio proporcionam a interação entre as moléculas constantemente, fazendo com que elas se movam também.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1) Sal dissolvido na água.
2) Sal dissolvido na água devido a polaridade da água.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

Não dissolvem pois água e palan e removedor
apartam.

d) água e álcool

1) Alcool dissolvendo na água

e) água e óleo de cozinha

Não dissolve pois água e palan e removedor
é palan.

Questionário pós aluno 17

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluno 17

nº

2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Elas são dinâmicas, pois dentro as moléculas das moléculas, mesmo que muito baixas, são constantes e fazem com que as interações sejam dinâmicas, não podendo permanecer.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, elas ajudaram a compreender as interações entre as moléculas, especialmente as que se aquece quimicamente, duas moléculas de água e diferentes polaridades se aproximam.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

i) ~~Sal~~ Sal dissolve-se na água e alguns grãos de sal que não foram dissolvidos.
 ii) A polaridade da molécula de H₂O faz com que o NaCl se quebre.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

- 1) O CuSO_4 se dissolve na água.
- 2) A polaridade das moléculas de água quebra o CuSO_4 .

c) água e removedor

(1)

(2)

Não dissolvem pois água é polar e o removedor é apolar. A água fica embaixo do removedor e polares.

d) água e álcool

(1)

(2)

O álcool se mistura com a água com ajuda das pontes de hidrogênio.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Não dissolvem pois a água é polar e
o óleo apolar.

Questionário prévio aluna 18

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/05/2010

Nome: Aluna 18

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo na área de ciências seria a representação de um conceito ou um exemplo comum dentro dos diversos materiais envolvidos na química.

ex: figura tetraédrica polar

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é a representação da realidade.

3) O que você entende por representação?

Representar é usar um exemplo para explicar um conceito.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Animar ou simular computacional é utilizar tecnologia para exemplificar

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

Interação entre moléculas seria ~~como~~ como elas se atraem, por ~~forças~~ forças opostas.
A importância desse tópico é saber a ~~ação~~ ação das substâncias.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, pois as moléculas ~~têm~~ tendem a se movimentar.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

No recipiente (1) a água se mistura no sal e a mistura fica homogênea.
No recipiente (2) eu representei as moléculas agrupadas depois da mistura.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

No recipiente 1 a água não se mistura
 no sulfato de cobre e no recipiente 2 as
 moléculas de cada substância também não
 vão se misturar.

c) água e removedor

(1)

(2)

No recipiente 1 ~~representa~~ representa
 a mistura homogênea e no recipiente 2
 representei o aglomeramento das moléculas
 para que a mistura ~~que~~ fique homogênea.

d) água e álcool

(1)

(2)

Igual do item c).

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

No recipiente 1 a água e o óleo não se misturam (heterogêneo) e no recipiente 2 os moléculas também não vão se separar.

Questionário pós aluna 18

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluna 18

nº 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

17) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por que?

São dinâmicas pois ~~as~~ os átomos das moléculas estão sempre em movimento.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Interações intermoleculares? Qual(is) rol(ram) esta(s) diferença(s)?
 Sim, ~~para~~ i muito melhor visualizador em animação ~~para~~ pois você tem uma visão global da reação.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1) O sal de cozinha dissolve na água (mistura homogênea).

2) Na mistura ocorre a interação entre $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ e no monossócio e possível ver

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1) O CuSO_4 dissolve no H_2O (mistura homogênea)

2) $\text{H}_2\text{O} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4$

c) água e removedor

(1)

↳ derivado de petróleo

(2)

1) Água não se mistura com removedor

2) " "

d) água e álcool

(1)

(2)

1) Se misturam / mistura homogênea

2) As moléculas unem entre si

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- 1) Não se mistura (mistura heterogênea)
- 2) As substâncias não reagem entre si

Questionário prévio aluno 19

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/6/2010

Aluno 19

Nome: _____

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo pode ser entendido como o resultado teórico de uma reação ou representação molecular ou estrutura.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

A teoria (modelo) não coincide com a realidade.

3) O que você entende por representação?

Um átomo pode ser representado de algumas formas dependendo de sua composição.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

É uma forma de ajudar o aluno a fixar e representar reações e propriedades.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

O máximo possível, a solubilidade pode ser explicada através da interação entre moléculas. Reações podem acontecer ou não de acordo com a intensidade da interação.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, em qualquer líquido. É que facilita a interação entre moléculas.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluno 19

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: Aluno 19

nº 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Dinâmicas, há um movimento nas partículas.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, foi possível observar que algumas substâncias não têm polaridade.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário prévio aluno 20

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

54/06/2010

Nome: _____ Aluno 20

2° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é a representação, o exemplo de como as coisas acontecem de realidade na natureza; é um modo de mostrar, explicar de como as coisas e moléculas são e estão na realidade.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é teórico e realidade é como as coisas acontecem mesmo, então o modelo tenta imitar ou mostrar o máximo possível como é a realidade, fazendo com que as pessoas entendam a realidade.

3) O que você entende por representação?

Representação é um modo de nos mostrar, explicar como acontece de realidade na natureza; representando as coisas de realidade com coisas teóricas.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Uma animação ou simulação pode ser uma representação ou um modelo mas, não feitos no computador e não exemplos que se "mostram".

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

São ligações que unem as moléculas mas, depende da energia, da complexidade dos átomos e moléculas e depende das ligações também; outro fator muito importante são as forças moleculares. Muito importante, pois sem a interação das moléculas não haveria estrutura.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, pois as moléculas estão sempre se movendo até na água. A uma temperatura de 0°C (que é o ponto de ebulição), então com água líquida e um movimento muito rápido. Não é, mas movendo-se.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

→ que é pura água - água.

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Macroscopicamente não conseguimos ver a água e o sal de cozinha "separados"; microscopicamente da água com o sal e o movimento da água com o movimento do sal (Na) e o positivo da água com o negativo do sal (Cl).

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluno 20

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

30/09/2010Nome: Aluno 20nº 2º EM C**Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade**

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Não dinâmicas, pois a interação nunca
está totalmente parada, e assim não tem as liga-
ções

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, pois com as animações consegui ter
uma ideia de como acontece as coisas no
verdade

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

No um não da para ver o sal de cozinha,
da da para ver a água, no dois da para ver
as moléculas, as de água e as de sal se inter-
gindo (negativo, com positivo e vice-versa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

ambos se misturam. O cobre se aproxima do oxigênio da água e o hidrogênio se aproxima do SO_4 .

c) água e removedor

(1)

(2)

Não se misturam e a única diferença de um para o outro é a possibilidade de ver as moléculas.

d) água e álcool

(1)

(2)

A primeira de para ser um líquido que foi a mistura, já no segundo a interação entre as moléculas.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Igual à água e removedor

Questionário prévio aluna 21

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
14/06/2010

Nome: Aluna 21

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Um modo de representação.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é apenas uma representação do que ocorre na realidade.

3) O que você entende por representação?

Um meio de transmitir uma informação, baseando-se na realidade.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

São meios de representação que facilitam a compreensão de algo que ocorre na realidade.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

São interações que ocorrem com ligações de moléculas com moléculas sendo que umas moléculas podem ter ligações muito intensas ou menos intensas.
O grau de importância é que permite entender o comportamento de substâncias.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, devido as ligações que existem entre as moléculas.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1- sal dissolve-se na água

2-

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluna 21

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluna 21

____ nº ____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

São dinâmicas, porque estão sempre em movimento, e muitas vezes sujeitas ao movimento de outras moléculas.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, porque facilitou a fixação de processos que antes não estavam tão claros, através da sua utilização.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1 → sal dissolvido na água

2 → interação entre as moléculas.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1 → Ainda não dissolveu todo o sulfato

2 → sulfato dissolvido na água

c) água e removedor

(1)

(2)

não há mistura.

d) água e álcool

(1)

(2)

não há a mistura.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

não há mistura.

Questionário prévio aluna 22

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
14/00/2010

Nome: Aluna 222° EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é a representação das características
de uma substância, da forma que ela é,
e o que deveria acontecer, é o modelo da coisa.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é a representação da realidade.

3) O que você entende por representação?

Representação é quando se mostra as
características da coisa (objeto, substância) por
produtos não reais e sim representativos.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Animação é a forma de representar a certa
coisa que ele precisa.

Simulação é a forma representativa de
algum assunto que não é a filmagem da
realidade.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

As moléculas se interagem por algumas
sejam positivas e outras negativas.
Para alguns assuntos de química é inte-
importante.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1) Muita água e pouco sal, consegue o
sal se dissolver

2) As moléculas se dissolvem do sal

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

O sulfato não consegue se dissolver

c) água e removedor

(1)

(2)

Os dois se misturam.

d) água e álcool

(1)

(2)

Os dois se misturam

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

O óleo de cozinha não se dissolve na água pois um é polar e o outro apolar. 3

Questionário pós aluna 22

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -
___/___/2010

Nome: ___ Aluna 22 _____ nº ___ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

são dinâmicas pois interações moleculares nunca
para de se movimentar.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

A simulação e animação fez sim uma diferença
pra mim pois uma coisa que não se vê é sempre
mais difícil de entender então quando se vê
uma representação da realidade ajuda
a entender.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1) O sal se dissolve na água
2) O sal por ser polar se une com a água

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

- 1) O cobre ~~se~~ se dissolve na água
- 2) O cobre é ~~polar~~ polar por isso ~~se~~ se dissolve na água.

c) água e removedor

(1)

(2)

- 1) O removedor se mistura com a água
- 2) O removedor é polar por isso se unem

d) água e álcool

(1)

(2)

- 1) Água e álcool se unem
- 2) Alcool é ~~polar~~ polar por isso se une a água

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

2) As moléculas não se unem pelo óleo ser apolar.

1) óleo e água não se misturam.

APÊNDICE B – Questionários prévios e pós dos estudos de caso

Questionário prévio aluno 1

Questionário prévio sobre interações e solubilidade - 14/06/2010

Nome: Aluno 1

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma representação da realidade, criado
para facilitar o entendimento do estudo. Por exemplo a repre-
sentação de átomos e ligantes, através de bolas e varitas

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

O modelo é uma forma simplista e geral de representar
a realidade.

3) O que você entende por representação?

Representação é uma esquematização de um processo
da realidade.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Facilita o entendimento do conceito, pois ajuda a
visualizar o processo do estudo

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

A interação entre moléculas é a aproximação e a interferência que uma molécula faz com outra. ~~Essa interação~~ ^{apesar de não vermos as interações, elas interferem diretamente em situações cotidianas.}

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

As moléculas da água possuem liberdade para se movimentarem, mas possuem ligações intermoleculares, que limitam esse movimento, para que essas moléculas não se espalhem e se separem.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

questão 7a - rodolfo

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Macroscopicamente não conseguimos ver os átomos e suas ligações. Com equipamentos é possível a visão das moléculas e suas interações.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

Novamente não endurecer as moléculas, mas vimos
 um sólido não dissolvido, macroscopicamente. Microscopicamente
 vemos as moléculas de água e de sulfato de cálcio separadas.

c) água e removedor

(1)

(2)

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós do aluno 1

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/02/2010

Nome: Aluno 1

____ nº ____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

Não dinâmicas, pois os esquemas fixos são apenas representações didáticas que facilitam o estudo.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

As simulações facilitaram a visualização, pois somente com a teoria explicada em sala de aula é difícil imaginar o movimento das partículas em situações normais.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1) macroscopicamente vemos apenas o líquido (água + NaCl)

2) sub-microscopicamente vemos as moléculas organizando-se e atraiendo-se por ligações intermoleculares

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

- 1) Macroscopicamente vemos a água e o sulfato de cobre II diluídos, ~~dependendo~~, o sulfato como um resíduo no líquido.
- 2) As moléculas de água e CuSO_4 estão ~~separadas~~ e ~~sem~~ muitas interações entre elas.

c) água e removedor

(1)

(2)

- Água e removedor não se misturam, e vemos duas fases, macroscopicamente. Microscopicamente não há interações entre moléculas.

d) água e álcool

(1)

(2)

- A água e o álcool fazem atrações momentâneas.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

O óleo não se mistura com a água, pois são apolares e polar, respectivamente. Sendo assim apresentam duas ~~partes~~ fases macroscopicamente e suas moléculas não sofrem interações.

Questionário prévio Aluna 2

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/06/2010

Nome: Aluna 2

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

É um modo de representação.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Modelo é uma representação do que
seja real.

3) O que você entende por representação?

Representação é um modelo simbólico de
algo para uma melhor visualização e
compreendimento.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

Simulação computacional é uma forma
de representar algo que apenas uma foto
não seria capaz.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

A interação entre moléculas se explica pelas forças intermoleculares.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim, em constante movimento. Por conta das forças intramoleculares e intermoleculares.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

(1) → sal dissolvido na água

(2) → átomos de hidrogênio (carga positiva) se liga com os átomos de oxigênio (carga negativa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

c) água e removedor

(1)

(2)

(1) água não se mistura com o removedor

d) água e álcool

(1)

(2)

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

Questionário pós aluna 2

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

10/09/2010

Nome: Aluna 2

nº.

2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

São dinâmicas.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim. O uso da simulação facilita a minha visualização do fenômeno.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

I) Água e sal de cozinha

II) Íons de hidrogênio (carga positiva) se ligam com os átomos de Cl (carga negativa)

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

→ água +
sulfato
de cobre

(2)

→ CuSO_4

água

c) água e removedor

(1)

→ removedor
→ água

(2)

→ removedor

água

d) água e álcool

(1)

→ álcool
→ água

(2)

→ álcool

água

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

⇒ substâncias polares não se misturam com apolares.

Questionário prévio aluno 3

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

14/4/2010

Nome: Aluno 3

2º EM C

1) O que você entende por modelo na área de ciências? Tente exemplificar.

Modelo é uma representação macroscópica de alguma coisa que só pode ser vista microscopicamente. Por exemplo, modelos de moléculas através de esferas e bastões.

2) Qual a relação entre modelo e realidade?

Em química, o modelo é maior que a realidade.

3) O que você entende por representação?

O mesmo que modelo.

4) O que você entende por animação e simulação computacional?

É um modelo ou representação virtual.

5) Como você explicaria a interação entre moléculas? Qual o grau de importância deste tópico?

São as ligações que fazem com que as moléculas se juntem e formem substâncias massivas. É muito importante porque sem ela as moléculas seriam soltas no ar e não haveria líquidos nem sólidos.

6) Em um copo com água, as moléculas estão em movimento? Explique.

Sim porque no estado líquido as pontes de hidrogênio são mais fracas, o que permite que as moléculas se movam. Isso também pode ser visto macroscopicamente porque no estado líquido a água pode mudar de forma, o que não acontece no estado sólido.

7) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

Em 1 está representada (macroscopicamente) a mistura homogênea formada pela água e pelo sal. Em 2 está representado os ligações intermoleculares (pontes de hidrogênio) que permitem a dissolução do NaCl.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1- Mistura homogênea. 2- Ponte de Hidrogênio

c) água e removedor

(1)

(2)

Em ambas não há ligação intermoleculares.

d) água e álcool

(1)

(2)

1- Mistura homogênea 2- Ponte de hidrogênio entre o álcool e a água.

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

1- M. Juro Peterog Geo. 2- Moléculas do Ego,
~~reparado dos moléculas do Ego.~~

Questionário pós aluno 3

Questionário prévio sobre interações e solubilidade -

13/9/2010

Nome: Aluno 3

____ nº.

____ 2º EM C

Questionário pós atividade sobre interações e solubilidade

1) Para você, as interações intermoleculares são estáticas ou dinâmicas? Por quê?

São dinâmicas, porque variam em função da atração de cargas opostas.

2) O uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações intermoleculares? Qual(is) foi(ram) esta(s) diferença(s)?

Sim, porque pude visualizar aquilo que estava aprendendo.

3) Identifique macroscopicamente (1) e sub-microscopicamente (2) as substâncias participantes das seguintes misturas e faça uma descrição do que desenhou para cada mistura:

a) água e sal de cozinha (NaCl)

(1)

(2)

1- Mistura homogênea de H_2O e $NaCl$ (macro).

2- H_2O e $NaCl$, ligados por pontes de hidrogênio.

b) água e sulfato de cobre II (CuSO_4)

(1)

(2)

1- CuSO_4 dissolvido.2- Ligação entre Cu^{2+} e SO_4^{2-} e H_2O

c) água e removedor

(1)

(2)

1- Água, removedor e superfície de remoção.

2- Não há ligação intermolecular.

d) água e álcool

(1)

(2)

1- Mistura homogênea

2- Ponte de hidrogênio entre OH^- e H^+

e) água e óleo de cozinha

(1)

(2)

- 1- Óleo não dissolve em água.
- 2- Não há ligação intermoleculares.

APÊNDICE C – Transcrição das entrevistas

Transcrição Aluno 1

Fala	Verbal	Gestual
Fala 1: Profa	A situação é a seguinte: aqui, nestes dois questionários, você fez aqui , por exemplo, você fez a representação da água com sal de cozinha, num primeiro momento o seu macroscópico estava totalmente limpo e aqui já tinha uma representação simbólica. Eu queria que você explicasse as representações que você fez, as mudanças que você fez?	Indica com a mão (representação 1 do questionário prévio) (representação 1 do questionário pós)
Fala 2: Aluno	Bom, aqui , aqui , eu queria...é que eu achei que eu deixei muito...muito vaga a noção...e aí eu quis representar mais especificamente as substâncias que estavam lá mas não que a gente veja estas substâncias quando observa a solução.	Indica com a mão (representação 1 do questionário pós)
Fala 3: Profa	Tá...e na situação 2? Você fez alguma mudança? O porquê dessa mudança?	Indica com a mão (representações 2 de cada questionário)
Fala 4: Aluno 1	Na situação 2...é que como já tinha visto química orgânica e já tinha uma melhor noção de como era a organização dos átomos, eu substituí a representação de bolinhas por uma representação mais limpa que eu agora, eu consigo imaginar...e...os átomos como nuvens de elétrons, isso que já foi explicado algumas vezes...	
Fala 5: Profa	Hum...bacana. Por que aqui a gente percebe que, por exemplo, desse lado, no primeiro questionário, você meio que isolou as partículas...	Indica com a mão (representação 2 do questionário prévio)
Fala 6: Aluno 1	Aham...	
Fala 7: Profa	Você mostra até a solvatação mas isolado...	
Fala 8: Aluno 1	Isso...	
Fala 9: Profa	Aqui ...	Indica com a mão (representação 2 do questionário pós)
Fala 10: Aluno 1	Já consigo...ter uma noção da, da...aproximação, da interação intermolecular delas, das moléculas.	
Fala 11: Profa	Jóia.	
Fala 12: Profa	Nas outras representações...olha, isso é uma coisa muito interessante da gente conversar um pouco...por exemplo, o sistema água/sulfato de cobre...num primeiro momento, você fez	Indica com a mão os questionários prévio e pós.

	representações bastante distintas do segundo momento do questionário.	
Fala 13: Aluno 1	É...	
Fala 14: Profa	Você consegue me explicar o porque destas diferenças também?	
Fala 15: Aluno 1	Bom...É o mesmo caso da...da anterior.	
Fala 16: Profa	É?	
Fala 17: Aluno 1	Ahnn...substituí a representação por bolinhas aqui no caso, eu não sabia muito bem as fórmulas...	Indica com a mão (representação 2 do questionário prévio)
Fala 18: Profa	Do primeiro questionário? Na época do primeiro questionário?	
Fala 19: Aluno 1	E na segundo eu já conseguia ter uma distinção melhor das interações e da, ...até da fórmula, da montagem dela.	Afirma com a cabeça
Fala 20: Profa	Bacana. E aí, do sistema c em diante, no primeiro questionário, não tinha nenhum registro?	
Fala 21: Aluno 1	É, eu não consegui, não tinha o que fazer...	
Fala 22: Profa	Não tinha noção de como fazer...	
Fala 23: Aluno 1	É...	
Fala 24: Profa	E aqui você já conseguiu registrar algo para mim?!	Indica com a mão (questionário pós)
Fala 25: Aluno 1	É.	
Fala 26: Profa	Você pode me explicar alguma coisa? Se tem alguma coisa pra pormenorizar dessas representações? Por exemplo, aqui , no 1 , você representa facilmente o que é homogêneo e o que é heterogêneo?	Indica com a mão (o questionário pós) (representações macroscópicas)
Fala 27: Aluno 1	Aham...	Assentindo com a cabeça
Fala 28: Profa	Mas aqui , no sistema 2, do segundo questionário, você consegue dar alguns detalhes. Eu queria que você me explicasse um pouco mais estas representações do sistema, da situação 2, do segundo questionário?	Indica com a mão (representações submicroscópicas do questionário pós)
Fala 29: Aluno 1	Bom...a situação do caso...do...do removedor com a água...	
Fala 30: Profa	Aham...	Assentindo com a cabeça
Fala 31: Aluno 1	Eu representei...eu representei o removedor como uma...uma bolinha simples porque eu não...não sei a fórmula...	
Fala 32: Profa	Certo...	
Fala 33: Aluno 1	A água como a fórmula estrutural dela normal...e aí eu não mostrei as interações porque realmente não	

	há...e...são muito fracas.	
Fala 34: Profa	Perfeito.	
Fala 35: Aluno 1	E na 2 há...as...há uma mistura...há uma efetiva...interação entre elas e aí, eu consigo unir as duas moléculas né, num copo.	Apontando com a mão (representação submicroscópica do sistema água e álcool)
Fala 36: Profa	Bacana, bacana. E aí, você até registra assim né, no sistema água e álcool: “ A água e o álcool fazem atrações momentâneas.”	
Fala 37: Aluno 1	Isso.	
Fala 38: Profa	Muito bacana. E no último caso, da água e óleo de cozinha, no segundo questionário, também tem representação...	
Fala 39: Aluno 1	Aham...	Assentindo com a cabeça
Fala 40: Profa	Que no primeiro não tinha.	
Fala 41: Aluno 1	Então, a...no caso...da...da visão macros...ma-macroscópica?	Dirige o olhar para a professora aguardando a confirmação da informação
Fala 42: Profa	Aham...	Assentindo com a cabeça
Fala 43: Aluno 1	Eu vejo as duas fases e já na representação 2, eu consigo desenhar as moléculas só que separadas porque não há interação entre elas.	
Fala 44: Profa	Ta jóia. Você tem a acrescentar mais alguma coisa?	
Fala 45: Aluno 1	Não, acho que só isso.	(risos)
Fala 46: Profa	Ta jóia.	

Transcrição Aluna 2

Fala	Verbal	Gestual
Fala 1: Profa	Qual é a ideia? A ideia é que você consiga me dar um pouco mais de detalhes a respeito das suas representações, tá? Então, o que você pode me comentar a respeito da, do sistema água e sal de cozinha? No primeiro questionário, você tem a situação do macro,...	
Fala 2: Aluna	Isso.	
Fala 3: Profa	Macroscópico e aqui (representação 2) do...	Indica com a mão
Fala 4:	Micro.	

Aluna		
Fala 5: Profa	Do micro, né? Teve alguma mudança...na sua representação? Você pensou em fazer de alguma forma diferente?...O que você pode me falar?	
Fala 6: Aluna	Então, aqui não. Por que é que água e sal sempre foi um exemplo que a gente quando começa a falar em química, sempre a água e o sal se mistura, tal...	Indica com a mão (representações do sistema a)
Fala 7: Profa	Aham...	
Fala 8: Aluna	Aí eu acho que já sempre tive esta ideia de sal dissolvido em água e as moléculas também.	
Fala 9: Profa	Tá, ok.	
Fala 10: Aluna	Aí, eu acho que...aqui não mudou porque ...já. já tava...	Olha aguardando confirmação
Fala 11: Profa	Praticamente...	
Fala 12: Aluna	É...	Concorda com a cabeça
Fala 13: Profa	A mesma coisa. Tá. Vamos ver então outros sistemas. Ó...aí a gente percebe que começa a ter algumas preocupações maiores suas de tentar mudar alguma coisa,	
Fala 14: Aluna	Isso...	
Fala 15: Profa	Como no caso do sistema b, que é a água com sulfato de cobre II. No primeiro questionário (questionário pré) você não conseguiu fazer nada, né?	
Fala 16: Aluna	Isso.	
Fala 17: Profa	Não tem nenhuma representação aqui (questionário pré) e aqui tem (questionário pós)	Indica com a mão
Fala 18: Aluna	É aqui ...	Afirma com a cabeça e indica com a mão (representação do sistema b)
Fala 19: Profa	O que que aconteceu de um pro outro pra você fazer esta mudança?	
Fala 20: Aluna	Então aqui eu acho que eu já tinha também mais base pra...acho que mais estudo e também	Indica com a mão (representação do sistema b no questionário pós)
Fala 21: Profa	Uhum...	
Fala 22: Aluna	Que eu já tava entendendo um pouquinho mais.	
Fala 23: Profa	Tá.	
Fala 24: Aluna	Aqui ...eu tô...representei a água e o sulfato de cobre né?	(representação 1 do sistema b no questionário pós)
Fala 25: Profa	Uhum...	
Fala 26: Aluna	E aqui também é quando as cargas que eu já sabia que...qual que...se	(representação 2 do sistema b no questionário)

	aproximava...	pós)
Fala 27: Profa	Na parte 2, aqui né, Ná?	Indica com a mão a mesma representação 2 da fala anterior
Fala 28: Aluna	Isso.	
Fala 29: Profa	No submicroscópico.	
Fala 30: Aluna	É. Mas aqui eu acho que foi mais pelo, por eu ter tido mais informação né?	Indica com a mão a mesma representação 2 da fala anterior
Fala 31: Profa	Tava mais tranquila, né?	
Fala 32: Aluna	É.	
Fala 33: Profa	Mas é legal a gente lembrar também que esses questionários, eles tem um intervalo de tempo de quase 2 meses, né, entre um e outro.	
Fala 34: Aluna	Nossa! É verdade, né?	
Fala 35: Profa	Porque teve as férias nesse meio, né? No sistema c, o que que você pode me falar?	
Fala 36: Aluna	Aqui...aqui eu também não representei o micro, é que eu acho que o meu problema era mais é...é...saber qual que se aproxima...qual que...	Indica com a mão (questionário pré)
Fala 37: Profa	Uhum...	
Fala 38: Aluna	Sai...aí aqui eu acho que tive mais facilidade também para visualizar porque também eu tinha é...	Olha esperando confirmação (questionário pós)
Fala 39: Profa	Neste segundo questionário né?	
Fala 40: Aluna	É.	
Fala 41: Profa	Tá. Aqui você colocou a água representada por cargas e o removedor também.	(representação 2 do sistema c no questionário pós)
Fala 42: Aluna	É. E também por aquele videozinho, sabe?	
Fala 43: Profa	Ah?	
Fala 44: Aluna	Que você mostrou que deu pra visualizar também quando, é...colocava a água e, e...mostrava...	
Fala 45: Profa	E o removedor...	
Fala 46: Aluna	Aí acho que é bom porque eu lembrei.	
Fala 47: Profa	Você conseguiu associar?	
Fala 48: Aluna	É. Eu fiz igualzinho até porque eu tenho memória...mais memória...	
Fala 49: Profa	Visual.	
Fala 50: Aluna	É, isso aí!	

Fala 51: Profa	Entendi, entendi. Aí aqui, no sistema da água e álcool, também ficou, é uma situação bem parecida né?	
Fala 52: Aluna	Uhum.	Afirma com a cabeça
Fala 53: Aluna	É. E aqui também ô? Agora eu tô lembrando da...da apresentação...	Indica com a mão (representação do sistema d do questionário pós)
Fala 54: Profa	Aham...	
Fala 55: Aluna	Que a gente fez. Aqui também...só que eu não tinha, na hora não tinha associado tanto.	Indica com a mão (representação 1 do sistema d do questionário pós)
Fala 56: Profa	Entendi.	
Fala 57: Aluna	Aí aqui ...e também porque depois também começou a orgânica, tal e aquele negócio do...álcool...teve mais estudo sobre o álcool...e aí...	Indica com a mão (representação 2 do sistema d do questionário pós)
Fala 58: Profa	Sim, é verdade. A gente conheceu a parte da estrutura molecular da substância né?	
Fala 59: Aluna	Aham.	Afirma com a cabeça
Fala 60: Profa	No último sistema, a água e o óleo de cozinha. No primeiro questionário, você fez só o observável, né?	
Fala 61: Aluna	É.	
Fala 62: Profa	O macroscópico e o 2 ficou em branco. Aqui, no segundo questionário, você já fez as duas representações.	Indica com a mão
Fala 63: Aluna	Isso.	
Fala 64: Profa	E aí você colocou que substâncias polares não se misturam com apolares.	
Fala 65: Aluna	É. Aqui foi mais também por aula, conteúdo de aula que eu lembrei...	
Fala 66: Profa	Uhum.	
Fala 67: Aluna	...de orgânica.	
Fala 68: Profa	Certo. Mais alguma coisa que você quer acrescentar nos desenhos?	
Fala 69: Aluna	Não, só isso mesmo.	
Fala 70: Profa	Vamos ver, deixa eu ver se nas perguntas tem alguma coisa que também possa abordar...ahn...por exemplo, na primeira pergunta, o que você entende por modelo na área de ciências, você colocou que é um modo de representação. O que que é representação para você, Nat? O que você entende por representação? O que é pra você esta palavra?	
Fala 71:	Ah, é, trazer...por que assim, química	

Aluna	você...por exemplo, as moléculas...Como você vai visualizar? Acho que a representação ajuda a visualizar o conteúdo, assim...	
Fala 72: Profa	Tá. E aqui, a pergunta que eu fiz no segundo questionário, na 2, o uso da simulação/animação fez alguma diferença no seu aprendizado sobre interações? E o que você acha? Você falou que sim, porque o uso da simulação facilitou a minha visualização do fenômeno.	
Fala 73: Aluna	É, porque eu tenho mais memória...é...fotográfica também.	
Fala 74: Profa	Entendi.	
Fala 75: Aluna	Aí, melhora.	
Fala 76: Profa	Ficou mais fácil, né?	
Fala 77: Aluna	É.	
Fala 78: Profa	Maravilha, Nat. Obrigada pela ajuda.	
Fala 79: Aluna	Imagina.	

Transcrição Aluno 3

Fala	Verbal	Gestual
Fala 1: Profa	Então, vamos lá, José. É assim: questionário pré e questionário pós, está certo?	
Fala 2: Aluno	Uhum.	
Fala 3: Profa	O que que me chamou a atenção: nas suas...nos seus registros das perguntas, por exemplo você falou aqui na questão 2 do primeiro questionário, eu perguntei qual a relação entre modelo e realidade. Você falou que, em química o modelo é maior do que a realidade. Eu queria que você me explicasse essa frase, o que significa este maior que a realidade?	
Fala 4: Aluno	Não, porque eu...A química...trata de prótons e nêutrons...são partículas microscópicas...então o modelo da molécula você precisa representar em tamanho maior...	
Fala 5: Profa	Entendi. Grande. Então é no concreto...	
Fala 6: Aluno	É...	
Fala 7: Profa	Que você está falando, de tamanho mesmo	
Fala 8: Aluno	É...	

Fala 9: Profa	Tá, uma coisa que você realmente consiga ver e manipular?	
Fala 10: Aluno	Ê.	
Fala 11: Profa	Entendi.	
Fala 12: Aluno	Que é o caso das verdadeiras partículas. Não dá pra pegar um próton...	
Fala 13: Profa	Ê. Verdade. Tem razão.	
Fala 14: Aluno	Risos...	
Fala 15: Profa	O que você entende por representação? (Pergunta do questionário) Você fala pra mim aqui que é o mesmo que modelo. Ah? Pra você é a mesma coisa... representação é modelo é a mesma coisa. Por exemplo, quando a gente usa, quando eu uso em sala aquelas imagens aonde eu tenho modelo bola-vareta, depois tem modelos só de bolas...São modelos iguais? Qual é a relação que você consegue fazer disso com o que é representação?	Indica com a mão (questionário pré)
Fala 16: Aluno	...ah...acho que o modelo é uma forma de representação.	
Fala 17: Profa	Ele tem, qual a função dele, qual o objetivo deste modelo?	
Fala 18: Aluno	Ê...é...(risos)...é mostrar de uma forma prática aquilo que está sendo ensinado na teoria.	
Fala 19: Profa	Hum...ok. Aí, olha só, a gente consegue trazer à tona a questão destes dois modelos que eu te comentei, o bola-varetas e do só de bolas. Eles são modelos...distintos...	
Fala 20: Aluno	Ê...	
Fala 21: Profa	Mas	
Fala 22: Aluno	São duas formas de representação.	
Fala 23: Profa	Então, a representação pode ter...	
Fala 24: Aluno e profa	Vários modelos.	
Fala 25: Profa	O modelo vai se adequar com a informação que eu preciso explicar, né?	
Fala 26: Aluno		Concorda com a cabeça
Fala 27: Profa	Dá pra ter um modelo único pra tudo?	
Fala 28: Aluno	Não	
Fala 29: Profa	Não consigo. Ele tem limitação também. Aí, vamos pros desenhos. Aqui foram seus primeiros desenhos, suas primeiras representações gráficas, está certo?	Indica com a mão (questionário pré)
Fala 30: Aluno	(Risos)...	
Fala 31: Profa	Vamos só lembrar que o 1 significa o observável e o 2 o submicroscópico, tá? E aqui, o questionário 2. Eu queria que você me comentasse um pouco estas imagens, se você tem alguma coisa pra me falar a respeito, porque você mudou a representação, se ela mudou. Eu	Indica com a mão

	gostaria de entender a sua leitura disto. Por exemplo, no sistema água e sal. No sistema 2, do questionário 1, você fez algumas indicações de legenda, quem era o H, quem era o Na e o Cl. O arranjo do questionário 2 é o mesmo? Se você mudou ou não mudou, porque você acha que precisou mudar ou que você não mudou?	
Fala 32: Aluno	Hum...agora eu tenho que lembrar...	
Fala 33: Profa	Não, sem problema.	
Fala 34: Aluno	...Isso tá certo? Não, né?	Olha pedindo resposta
Fala 35: Profa	Não sei. Ai é você que me fala.	
Fala 36: Aluno	(Risos)...	
Fala 37: Profa	Este sistema é este aqui...vamos lá, vai...	Indico as representações nos questionários pré e pós do sistema água e sal de cozinha
Fala 38: Aluno	Ah, tá. Aqui eu fiz igual. Desse e desse.	Indica com o dedo as representações do sistema nos questionários pré e pós
Fala 39: Profa	Não fez mudança, né?	
Fala 40: Aluno	Não.	
Fala 41: Profa	Aqui eu percebo...	
Fala 42: Aluno	Aqui são pontes de H entre o H e o Cl.	Indica com o dedo (questionário pós)
Fala 43: Profa	Isso. Então, era isso que eu queria te perguntar. Aqui você fez as pontes, né?	Indica com a mão (questionário pós)
Fala 44: Aluno	Ê.	
Fala 45: Profa	Esse tracejado....Aqui ela aparece? E se ela aparece, onde ela tá no questionário pré?	(questionário pré)
Fala 46: Aluno	Aonde? A ponte de H?	
Fala 47: Profa	Ê? Você representou ela aí também?	
Fala 48: Aluno	Entreo H e o Na e entre o H e o Cl	
Fala 49: Profa	Ah, tá aqui. Essa região que tá mais fraca.	
Fala 50: Aluno	Ê, tá ruim.	
Fala 51: Profa	Está mais fraca. Perfeito. Vamos então para o sistema b, que é água e sulfato de cobre II.	
Fala 52: Aluno	Hum.	
Fala 53: Profa	Você alterou o teu registro, não alterou? O que que você acha? Eu acho que está um pouquinho diferente, não sei.	
Fala 54: Aluno	Ê que aqui eu coloquei as letras dentro, acho que é só isso. E aqui devia ser um oxigênio que eu esqueci de ...é, aqui é H, H, O que eu esqueci de circular e aqui um Cu...	Indica com o dedo (representações do questionário pós)
Fala 55: Profa	Entendi...e mudou...	
Fala 56: Aluno	E o SO ₄ , ponte de hidrogênio, H ₂ O.	
Fala 57: Profa	Certo.	
Fala 58: Aluno	Aqui ponte de hidrogênio também, não sei se isto está certo....Não! Lógico que	Indica com o dedo (Aponta o tracejado entre o

	não é ponte de hidrogênio porque o Cu é um íon. Não é! Então...eu errei! (risos)	SO ₄ e o H da representação 2 do questionário pós)
Fala 59: Profa	Então, se não é ponte de hidrogênio, qual é a interação?	
Fala 60: Aluno	Dipolo-dipolo...	
Fala 61: Profa	Dipolo,...dipolo é no caso a água e aqui eu tenho íons, né?	Indica com o dedo
Fala 62: Aluno	Ah, é!	
Fala 63: Profa	Então a interação que você tentou representar aqui não é a ponte de hidrogênio mas pode ser a íon-dipolo...	
Fala 64: Aluno	Íon-dipolo...	
Fala 65: Profa	Nê? Muito bom, Zé!	
Fala 66: Aluno	Mas aqui é a ponte de hidrogênio? Nê? Do SO ₄ ...	Indica com o dedo
Fala 67: Profa	Do sulfato...	
Fala 68: Aluno	E o H?	
Fala 69: Profa	Da forma que você representou, dá para interpretar assim.	
Fala 70: Aluno	Mas tá errado?	
Fala 71: Profa	Não sei...você que me fala. Tá errado, tá certo...	
Fala 72: Aluno	Ah! Não sei também...(risos)	
Fala 73: Profa	O que você acha? O cobre Não é um íon tanto quanto o sulfato?	
Fala 74: Aluno	É.	
Fala 75: Profa	Então, se eu tenho íons em contato com um solvente polarizado...	
Fala 76: Aluno	É, mas como tem o H eu achei que quando tinha o H que...	
Fala 77: Profa	Com o oxigênio do sulfato você achou que...	
Fala 78: Aluno	Faz ponte de hidrogênio.	
Fala 79: Profa	Faz interação de ponte de hidrogênio.	
Fala 80: Aluno	É...	
Fala 81: Profa	Mas aqui o que predomina é o íon-dipolo.	Apontando a representação do sistema
Fala 82: Aluno	Tá.	
Fala 83: Profa	Vamos ver mais. Água com removedor.	
Fala 84: Aluno	Sim	
Fala 85: Profa	No primeiro...	
Fala 86: Aluno e Profa	Tudo igual.	
Fala 87: Profa	Deixa eu ver...é o observável, está igualzinho, né Mas, e no segundo, você mudou alguma coisa?	
Fala 88: Aluno	No segundo também está igual. As moléculas de água e as do removedor.	
Fala 89: Profa	Ok. Ai aqui você colocou que em ambos não há interações intermoleculares. Aqui, você foi um pouco mais específico, que eles não se misturam em 1, no segundo questionário, né?	(questionário pré) (questionário pós)
Fala 90: Aluno	É e não há ligações intermoleculares.	
Fala 91: Profa	Aí você reproduziu. Tá. Sistema água-álcool, mudou alguma coisa ou você repetiu de novo? O que você acha, Zé?	

	O que você pode me falar?	
Fala 92: Aluno	Repeti também...ah, é...repeti.	Fica observando as representações
Fala 93: Profa	Uhum...e aqui você fez também o mesmo compilado ná, na parte escrita?	
Fala 94: Aluno	É.	
Fala 95: Profa	Você faria os desenhos desta mesma forma? Ou mudaria alguma coisa hoje? O que você acha?	
Fala 96: Aluno	...acho que eu faria...	
Fala 97: Profa	Não teria mudança pra fazer?	
Fala 98: Aluno	...hã...	Olha para as representações e fica pensando
Fala 99: Profa	Não, não estou te afirmando nem que tem, nem que não tem.	
Fala 100: Aluno	Tá	
Fala 101: Profa	Você que tem que julgar se você acha que teria que fazer alguma mudança ou não.	
Fala 102: Aluno	...acho que podia...representar a água fazendo os H ₂ O, não precisava...	
Fala 103: Profa	Não precisava da legenda	
Fala 104: Aluno	É, não precisava fazer a...os átomos de hidrogênio e de oxigênio como aqui eu fiz com as letras do C ₂ H ₅ OH.	
Fala 105: Profa	Hum, ok. E o item e, que é a água e o óleo de cozinha? Alguma mudança? Qual foi o teu objetivo com essa representação do sistema 2?	
Fala 106: Aluno	Aqui?	Aponta as duas representações no questionário pré e pós
Fala 107: Profa	É, exatamente.	
Fala 108: Aluno	Ah, tá igual, mais ou menos.	
Fala 109: Profa	Tá né?	
Fala 110: Aluno	É a água embaixo e o óleo em cima porque eles não se misturam.	
Fala 111: Profa	Hum...	
Fala 112: Aluno	É como o removedor. Mesma coisa.	
Fala 113: Profa	Mesma situação, né?	
Fala 114: Aluno	É.	
Fala 115: Profa	Ok, Zé. Muito obrigada.	
Fala 116: Aluno	De nada.	