

Produção de diferentes mídias na investigação de modelos de estudantes do Ensino Médio

Production of different media in the investigation of high school students' models

Resumo

Foi realizado um estudo qualitativo sobre a percepção de 32 estudantes do Ensino Médio, de uma escola particular de São Paulo, quanto à representação submicroscópica de processos de mudança de estado físico da matéria. A sequência das atividades iniciou-se pela leitura de um texto sobre propriedades da matéria, seguindo-se uma aula experimental sobre pontos de fusão e ebulição. Após discussões foi proposto que os estudantes elaborassem imagens no qual representassem sua compreensão acerca do fenômeno de mudança de estado físico no nível submicroscópico, a priori em cartolina e posteriormente através de um recurso audiovisual. Os alunos foram filmados e as falas transcritas para análise posterior, juntamente com os registros feitos pelos alunos e as entrevistas realizadas. Os resultados indicam que, ao final do processo, houve uma evolução positiva considerável dos modelos, por apresentarem características mais consistentes cientificamente, como também o discurso dos estudantes tornou-se mais coerente e seguro.

Palavras chave: ensino de química, imagem, modelo, submicroscópico.

Abstract

A qualitative study was carried out on the perception of 32 high school students from a private school in São Paulo regarding the submicroscopic representation of physical state change processes. The sequence of activities began by reading a text on properties of matter, followed by an experimental class on melting and boiling points, and after discussions it was proposed that the students elaborate images that could represent their understanding about the phenomena of the change of physical state in the submicroscopic level, a priori in cardboard and later through an audiovisual resource. The students were filmed and the speeches transcribed for later analysis, along with the records made by the students and the interviews conducted. The results indicate that, at the end of the process, a considerable positive evolution of the models occurred, due to the fact that they presented more scientifically consistent characteristics, as well as the students' discourse became more coherent and secure.

Key words: chemistry teaching, image, model, submicroscopic.

Níveis de representação do conhecimento Químico

É muito comum ouvir os estudantes reclamarem do fato da Química ser uma matéria enfadonha e complicada. Provavelmente, isso se deve ao seu caráter fundamentalmente abstrato, o que dificulta o entendimento desse conteúdo. Por mais que o professor tente partir de algo real, ou seja, macroscópico, quando há a necessidade de uma interpretação submicroscópica, ocorre uma dificuldade para a compreensão dos estudantes.

Neste trabalho, nos alicerçamos nas denominações de Johnstone (2000) referente aos níveis de conhecimento químico, quais sejam:

- Macroscópico: é o tangível, o que pode ser visto e tocado, correspondendo aos fenômenos observáveis;
- Submicroscópico: compreende as formas particuladas da matéria que podem ser representadas para descrever o que é visto macroscopicamente, como moléculas e íons;
- Simbólico: utilizado para representar o macroscópico e o submicroscópico por meio de equações, gráficos, mecanismo de reação e símbolos.

Um exemplo de representação nos três níveis representacionais pode ser observado na figura 1:

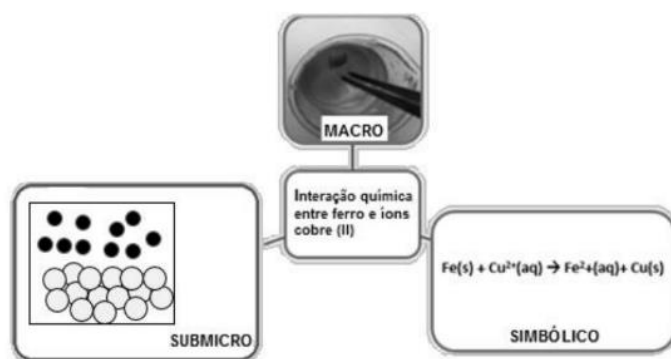


Figura 1: Os três níveis do conhecimento químico.

De acordo com a Psicologia Cognitiva, as pessoas constroem representações mentais do mundo exterior, que são maneiras de representar internamente o mundo externo (TAUCEDA; PINO, 2010). Essas representações são classificadas como internas e externas, pode-se dizer que a representação interna seria estabelecida na mente de uma pessoa, portanto subjetiva, formando o modelo mental. Já a representação externa é uma maneira de expressar o entendimento subjetivo, seja por forma simbólica, verbal ou imagética, portanto o modelo exposto. Moreira (1996) informa que os modelos dos indivíduos não são precisos e coerentes com os modelos científicos, são, muitas vezes, funcionais e, ainda, temos que buscar entender os modelos confusos, “poluídos”, incompletos e instáveis que os alunos realmente têm e isso é muito difícil, trabalhoso e requer um engajamento profissional maior do que simplesmente impor a eles os modelos científicos sem maiores discussões acerca do conteúdo.

Uso das mídias no ensino de Ciências

Entre outras formas de explorar a investigação de modelos submicroscópicos existe o uso de ferramentas oriundas do computador. Um estudo feito por Wu, Krajcik e Soloway (2001) indicou um efeito positivo com o uso de ferramentas tecnológicas de visualização de ligações e de suas moléculas, melhorando o entendimento entre os diferentes níveis de representação, macro, submicro e simbólico. Beltran (1997) analisou modelos submicroscópicos de seus

alunos utilizando produção de animação da forma particulada da matéria, em que pôde perceber diversas concepções alternativas que antes eram imperceptíveis ao longo de sua vida acadêmica. Para Giordan (2006), a utilização de partículas virtuais geradas por computadores, além de permitir as diferentes formas de representação (bola-vareta, traços, espaço-preenchido) tridimensionalmente projetadas, também permite operar os movimentos destes objetos (translação, rotação e vibração) e variar seu tamanho, facilitando sua compreensão.

Embora muitas pesquisas na área de ensino de Ciências tenham valorizado o emprego de diferentes recursos tecnológicos para uma aprendizagem significativa (MAYER, 2003; MENDES, 2010; MORENO; MAYER, 2007), é importante enfatizar que sua forma de aplicação é mais importante do que a própria ferramenta. A simples utilização desses recursos não remete necessariamente a um processo positivo de construção do conhecimento, pois, como aponta Ferreira (2010), se o impacto na aprendizagem é maior, também o risco de se introduzir concepções erradas aumenta, caso a escolha ou o uso do material não sejam adequados.

Mayer (2003) afirma que, multimídia é a apresentação simultânea de palavras e imagens, podendo as palavras serem escritas e faladas e as imagens serem estáticas ou dinâmicas. Após várias pesquisas com o uso da abordagem multimídia, foi proposto o ambiente interativo multimodal como a melhor forma de construção do conhecimento (MORENO; MAYER, 2007). Os autores propõem a teoria cognitivo-afetiva de aprender com a mídia (*the cognitive-affective theory of learning with media* – CATLM), na qual o ambiente de aprendizagem com a mídia é baseado na autonomia do aluno e este é participante no processo (*vide* Figura 2) (MORENO; MAYER, 2007).

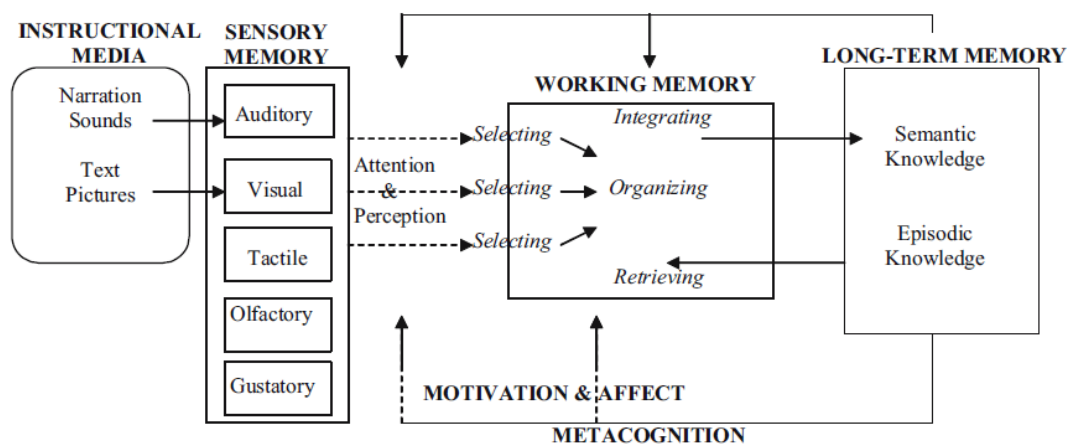


Figura 2 - Modelo cognitivo-afetivo de aprendizagem com a mídia (MORENO; MAYER, 2007, p 314).

Moreno e Mayer (2007) indicaram que é útil distinguir entre duas visões de aprendizagem: aquisição de informação e construção do conhecimento. A aquisição de informação ocorre quando há a adição de informações à memória do aluno, como, por exemplo, a demonstração de uma animação narrada ou a leitura/lição de um livro didático. Na visão da construção do conhecimento, a aprendizagem envolve a construção de uma representação mental, processo durante o qual o aluno seleciona, organiza e integra novas informações ao conhecimento já existente.

De acordo com a CATLM, os meios de instrução podem advir de explicações verbais, apresentadas com palavras faladas ou escritas, combinadas com representações de conhecimento não verbais, como imagens e sons. Para que ocorra uma aprendizagem significativa, segundo Moreno e Mayer (2007), os alunos precisam ter atenção para selecionar informações relevantes, verbais e não verbais, para posterior processamento na memória de

trabalho. Em seguida, os alunos precisam organizar as diferentes representações em um modelo mental coerente e integrá-lo à informação organizada com seu conhecimento prévio. Nos ambientes de aprendizagem interativos, os processos cognitivos são guiados, em parte, pelo conhecimento prévio ativado pelo estudante, ou seja, a partir da memória de longo prazo para atenção, percepção e memória de trabalho e, em parte, pelo *feedback* e métodos de ensino embutido no ambiente de aprendizagem.

Em síntese, a utilização de diferentes ferramentas no processo de ensino e aprendizagem, de acordo com o proposto na literatura (MORENO; MAYER, 2007), deve favorecer a construção do conhecimento quanto à produção de modelos. Assim, a partir da expressão de modelos mentais e sua socialização, o estudante pode construir um novo modelo, como, por exemplo, por meio da produção de um recurso audiovisual. Na perspectiva de Moreno e Mayer (2007), essa atividade estaria facilitando a construção do conhecimento pela manipulação autônoma do estudante, seja através de uma animação ou de outra ferramenta multimídia.

Objetivo

A partir da trajetória de alguns grupos de alunos participando de atividades de modelagem, analisar se há alteração dos modelos propostos pelos alunos nas atividades realizadas e como o uso de diferentes mídias contribui para um melhor aprendizado.

Metodologia

O grupo de estudo foi de 32 estudantes do 2º e 3º anos do Ensino Médio (idades de 16 a 17 anos), de uma escola particular da cidade de São Paulo. Os encontros foram realizados no período inverso aos das aulas regulares, portanto, no período vespertino. No primeiro encontro foi feita a leitura de um texto denominado “*Por que sentimos o cheiro*”. Este texto abordava-se alguns conceitos básicos sobre a relação entre estados físicos e as interações moleculares, porém de uma forma não tão imediata, por conseguinte, os alunos responderam algumas questões abordadas sobre o texto. Em outro encontro, eles realizaram dois experimentos, abordando ponto de fusão da água e da mistura água/glicerina e ponto de ebulição da parafina e da naftalina, com o objetivo que os alunos observassem e registrassem os diferentes comportamentos dos materiais.

Em encontro subsequente, e após a atividade no laboratório, os estudantes responderam individualmente a algumas questões relacionadas ao experimento e foi feita uma discussão geral sobre as respostas elaboradas. Em seguida, foi proposto aos alunos, nos mesmos grupos, produzir em cartolina, imagens no domínio submicroscópico, sobre o processo de mudança de estado físico de qualquer substância ou mistura. Para uma interpretação menos ambígua das imagens produzidas, foram feitas entrevistas com os grupos, para que eles pudessem explicitar suas representações. Em um próximo encontro, houve exposição e discussão entre os grupos sobre algumas representações produzidas, com o objetivo de interação e reavaliação dos modelos dos estudantes. Em seguida, foi pedido aos grupos a produção de um vídeo desses modelos, referente aos fenômenos observados.

Resultados e discussão sobre a trajetória de 2 grupos

Nessa sequência didática, foram formados 13 grupos, mas aqui, neste artigo, só iremos discutir e contextualizar a produção de dois grupos escolhidos aleatoriamente, pois assim a

análise pode ser mais aprofundada. A numeração indicada dos grupos foi a mesma utilizada no trabalho completo, sendo os dois citados como grupo 5 e grupo 9.

Grupo 5

Texto

O grupo 5, formado por dois estudantes, JR e ML, apresentou, já na primeira parte da sequência, nas questões do texto, certo entendimento dos conceitos e subjetividade em suas respostas, portanto expondo suas ideias sem copiar termos do texto, mas com um pouco de dificuldade na produção de imagens submicroscópicas, já que houve pouca interação dessa modalidade em suas explicações. ML indicou o distanciamento no estado físico sólido integrando com sua força atrativa e ainda utilizou uma imagem submicroscópica para melhor explicação. Utilizou dois modos de representação, a submicroscópica, por meio da imagem e a macroscópica na escrita, quando cita o gelo como exemplo, conforme indicado na Figura 3.

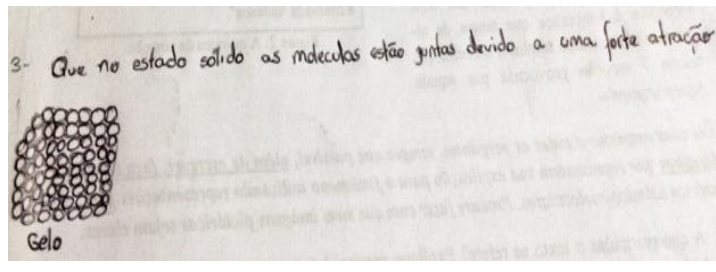
Imagem – grupo 5	Comentário
	<p>Na imagem submicroscópica indica com “bolinhas” as moléculas de água e, como estão no estado sólido, ele indica que as forças intermoleculares são fortes, conforme indicado na escrita.</p>

Figura 3 - Imagem de um dos integrantes no questionário do grupo 5.

O outro integrante do grupo, JR, focou suas explicações mais nas forças entre as partículas para os diferentes estados físicos. Porém, confundiu as forças entre as moléculas com a força de ligação entre os átomos, fato muito comum no Ensino Médio, quando são abordadas as forças intermoleculares. Reis (2008, p. 8) aponta, em seu trabalho, que há uma dificuldade interpretativa. “A diferença entre ambas não é tão simples de se imaginar, por isso o critério para decidir quando temos forças intermoleculares e quando temos ligações químicas precisa ser bem discutido e compreendido”.

Imagens da cartolina

Analisando as imagens produzidas pela dupla na cartolina, observou-se a inserção de imagens macroscópicas e submicroscópicas. Tanto no ponto de fusão como no de ebulição, utilizou-se a representação da água, porém, na ebulição, tratava-se de uma mistura, pois, segundo o grupo, indicaram a água do mar, conforme a Figura 4.


Imagem – grupo 5	Comentário
	<p>Foi utilizada a representação de bolas, sendo que no estado sólido/líquido indica o distanciamento das moléculas. Porém, não elucidada que as moléculas de água no estado sólido encontram-se dispostas simetricamente numa estrutura em que as ligações de hidrogênio formam um retículo cristalino. O átomo de oxigênio de cada molécula de água está rodeado de átomos de hidrogênio de outras moléculas numa disposição tetraédrica.</p>

Figura 4 - Representação produzida na cartolina pelo grupo 5.

Nenhum grupo da pesquisa, em suas representações na cartolina, considerou a formação do retículo cristalino entre as moléculas de água no estado sólido, o que é até esperado, já que, na própria apostila utilizada no colégio, existem muitas imagens que somente ressaltam o distanciamento das partículas nos diferentes estados físicos da matéria, não esclarecendo o comportamento distinto da água, por exemplo, cuja densidade no estado sólido é menor do que no estado líquido. Aqui é importante destacar a importância do material didático no ensino, pois, por mais outros recursos didáticos que o professor possa utilizar em suas aulas, o livro/apostila é importante para os estudantes, que se baseiam nele para a sua formação. Para Marasini (2010), a supervalorização do livro didático não contribui para um bom processo de ensino aprendizagem, pois permite que um único instrumento condicione as atividades realizadas em sala de aula e determine os temas a serem trabalhados. Vê-se a necessidade de diferentes formas de linguagem no processo de ensino e aprendizagem, para que o estudante entenda mais precisamente o conteúdo, não ocorrendo interpretações errôneas.

Na entrevista, o aluno JR informou que há um desprendimento das moléculas no processo de fusão, o que nos leva a crer que ele entende que há interações moleculares fortes, mas, em seu discurso, não cita quaisquer dos aspectos relativos às forças intermoleculares ou à formação de um retículo. O estudante integra a quantidade de energia envolvida no processo, se atenta a indicar que o aumento da energia térmica ocasiona o aumento da energia cinética das moléculas, fazendo com que elas consigam se desprender. Portanto, mesmo não utilizando ainda os termos científicos, o estudante indica com coerência mais informações em suas explicações.

Aluno JR: Aqui está no estado sólido. Eu me baseei neste pedaço (indica a parte onde o gelo está derretendo), porque está meio derretendo já. Esta parte ainda estaria no estado sólido, gelo; já esta parte aqui estaria no estado líquido onde as moléculas começam a se soltar um pouco, não completamente, porque através da temperatura elas se agitam um pouquinho mais.

É importante destacar que, no discurso, percebe-se o uso correto em relação aos termos mistura e substância, e que, quando informam a mistura, no domínio submicro, indicam as diversas substâncias presentes no mar, também com modelos de bolas, porém, com cores distintas em relação à água, assim diferenciando-as.

Professora: E o que seriam essas bolas de cores diferentes?

Aluno JR: São os átomos... como posso falar... as substâncias, porque, como é uma mistura, existem vários tipos de substâncias.

Aqui, novamente, o aluno utilizou os termos científicos corretos, inclusive ele se autocorrigiu em seu discurso, quando citou átomos e, em seguida, disse substâncias, adequadamente.

Recurso audiovisual

No recurso audiovisual podemos obter mais informações, já que temos as imagens na representação submicroscópica em movimento. No caso deste grupo, de imediato, já vimos que os estudantes inseriram informações de movimentos cinéticos das moléculas, inclusive o movimento intrínseco, o que não ocorreu em nenhum outro grupo nesta pesquisa.

Professora: Elas (moléculas) dão umas “tremidinhas” antes de... vocês acham que tem essa vibração?

JR: Isso. Tem uma vibração.

ML: Elas se movimentam, mas não se desgrudam.

Beltran (1997) aponta a importância da produção de animação no processo de ensino e aprendizagem, pois essa atividade lhe proporcionou algo que nunca havia percebido antes

com seus alunos. Uma das concepções observadas foi um processo de simultaneidade das partículas no processo de fusão de um determinado grupo de estudantes, ou seja, todas as moléculas da água se separavam simultaneamente.

Percebeu-se uma evolução nas representações submicroscópicas, conforme figura 5, pois agora, o grupo informou a formação do retículo cristalino da água no estado sólido, referindo-se à formação da ligação de hidrogênio, já que, na imagem, há a ligação entre o hidrogênio de uma molécula (polo positivo) com o oxigênio de outra (polo negativo) formando uma estrutura rígida de forma hexagonal, fato que não ocorreu nas imagens da cartolina.

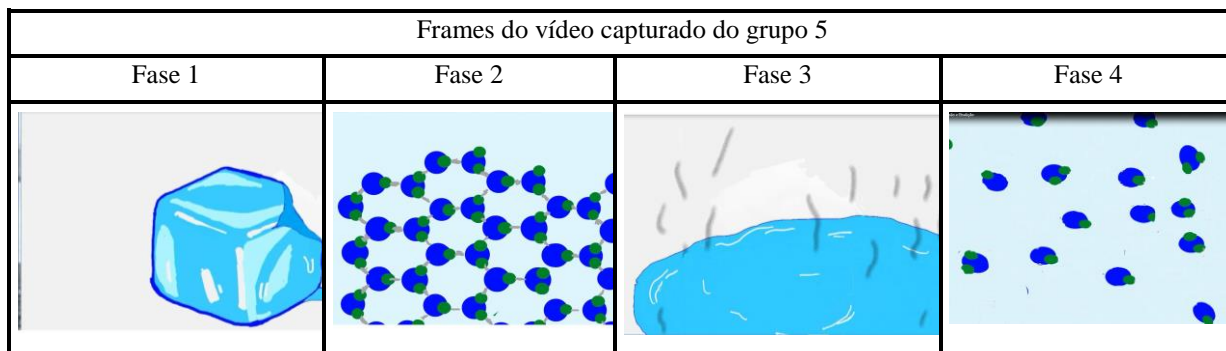


Figura 5 - *Frames* das representações do recurso audiovisual do grupo 5.

É importante ressaltar que o grupo agora, diferentemente da entrevista sobre o desenho em cartolina, cita, além da quantidade de energia envolvida no processo, indica também que esta, por sua vez, está relacionada às forças intermoleculares e à mudança de estado. Ou seja, mudando-se o modo de representação, possibilitou que o grupo agregasse novas informações, assim como dito por Moreno e Mayer (2007), já que neste recurso há possibilidade de integrar, por exemplo, o movimento das partículas. Porém, deve-se ressaltar que a discussão entre os pares é de suma importância, pois, como informa Rocha (2005), é na discussão entre os estudantes que o desenvolvimento lógico e a necessidade de se expressar coerentemente se fazem presentes e, ainda, o encontro das adversidades de ideias leva à necessidade de coordená-las entre os estudantes e essa coordenação produz a construção de relações, o que contribui para o desenvolvimento de um raciocínio coerente.

Grupo 9

Texto

Percebeu-se, uma dissonância nas respostas dos textos das integrantes, formado por MR e RB, pois RB ficou atrelada aos termos utilizados no próprio texto. Em suas respostas apresentou ideias já citadas, sem inferir subjetividade. A outra integrante do grupo, MR, indicou, explicitações mais subjetivas, mesmo que não se apropriando de termos científicos mais elaborados para a explicação. Contudo, agrega informações em relação ao distanciamento das partículas e as forças de interação nos diferentes estados físicos, conforme indicado na Figura 6.

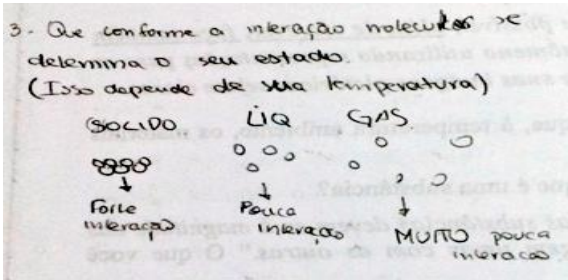
Imagem – grupo 9	Comentário
	<p>Há indicação da matéria particulada e os diferentes distanciamentos nos distintos estados físicos, como a citação da quantidade de interação, porém, não são utilizados termos mais científicos, como as forças intermoleculares, mas é percebida a distinção nos diferentes estados físicos.</p>

Figura 6 - Representação nos diferentes estados físicos da matéria de uma das integrantes do grupo 9.

Portanto, a estudante MR teve um melhor entendimento conceitual, em relação a RB, porém, vemos tal fato como importante para a construção do conhecimento do grupo, pois não só MR fornecerá informações a RB, como também os questionamentos que surgiram na discussão da dupla podem ter provocado perturbação conceitual nos modelos de MR, fazendo-a refazer/reconstruir seu modelo, se aproximando ainda mais do modelo científico.

Tivemos oportunidade de verificar como as discussões em grupo tendem para uma determinada direção, que pode ser progressiva, ou não, dependendo de quais membros do grupo consigam dar a tônica da discussão (MORTIMER, 2011, p. 350).

Imagens da cartolina

Na produção das imagens da cartolina a naftalina foi indicada por meio da fórmula estrutural, apontando o distanciamento das partículas no estado sólido e, devido ao aquecimento, passando para o estado gasoso, ficando mais distantes (Figura 7).

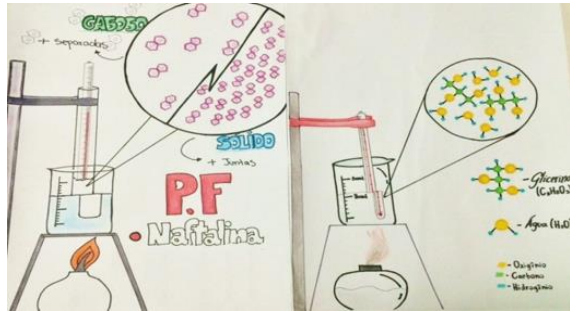
Imagem – grupo 9	Comentário
	<p>Há indicação da matéria particulada e os diferentes distanciamentos nos distintos estados físicos, como a citação da quantidade de interação, porém, não foram utilizados termos mais científicos, como as forças intermoleculares e a orientação na formação das ligações de hidrogênio na mistura (água + glicerina).</p>

Figura 7 - Representação produzida na cartolina do grupo 9.

A glicerina é uma molécula polar e tem, em sua estrutura, grupo hidroxila (-OH), assim como a água, formando interações do tipo ligações de hidrogênio entre as moléculas. Porém, essas informações não foram indicadas nas imagens e nem durante a entrevista para a explicação dos modelos, embora estivessem abertos a falarem tudo sobre as representações produzidas.

Professora: O que é no ponto de ebulição de vocês? É glicerina com água, é isso?

RB: É isso.

Professora: Então vamos lá, me explica.

MR: Aqui é a fórmula da glicerina e a fórmula da água (indicando a fórmula com o modelo bola/vareta).

Professora: E daí era para mostrar, no caso, o ponto de ebulição, certo? E aqui está no estado líquido, gasoso? Qual seria?

RB: No líquido, porque a gente mostrou... a mistura entre a glicerina e a água.

Professora: E se fosse para mostrar no estado gasoso, o que mudaria desse modelo que vocês fizeram?

RB: As moléculas estariam mais dispersas?

Professora: Então seria como? Me fala como seria se vocês fizessem aqui (indicando um espaço vazio na cartolina).

MR: Teria glicerina e a água bem separadas.

Importante ressaltar que não houve, em nenhum momento, até então, alguma explicação, por parte do professor na pesquisa, sobre as interações intermoleculares, polaridade ou algo mais científico, mas os estudantes já tiveram tais conceitos durante as aulas normais do período da manhã, não exatamente nessa mesma época, mas já haviam tido a aplicação desses conceitos anteriormente. É necessário que se pense mais na forma como os conceitos estão sendo passados, pois, tendo em vista as respostas desse grupo, constata-se que o método utilizado, apostilado, com muitas matérias e conteúdos dados de forma sistemática e com tempo limitado, pode não estar funcionando muito bem, pois os estudantes ainda não se apropriaram do conteúdo de forma que faça sentido para eles.

Recurso audiovisual

Na produção do recurso audiovisual, o grupo 9 indicou o processo de fusão e ebulição da água e apresentou uma montagem de sequência de imagens estáticas, feitas com representações macroscópicas e submicroscópicas com massinha de modelar, a partir do macro com uma aproximação para remeter ao submicro (Figura 8)



Figura 8 - Frames das representações produzidas no recurso audiovisual do grupo 9.

Nessa fase da sequência didática há menção da ligação de hidrogênio como também o posicionamento correto e coerente ao modelo científico.

MR: O azul claro é o oxigênio e o amarelo, hidrogênio. A gente tentou fazer o hidrogênio ligado ao oxigênio e assim por diante, formando a ponte de hidrogênio. Aí tem a água, que o gelo derreteu, né? Daí vai aproximando, aproximando... E a gente mostrou as moléculas mais separadas, mas ainda tem o hidrogênio mais perto do oxigênio. E o vapor, que daí a gente fez as moléculas bem mais separadas, que não tem mais a ligação de uma molécula com a outra.

O grupo aumentou suas informações científicas quanto à mudança de estado físico no nível submicroscópico, como também em seu discurso aumentou os argumentos científicos. A produção de um recurso audiovisual fez com que esse grupo interagisse de forma a buscar maiores informações, concebendo, assim, conceitos que fizeram sentido para os integrantes, porém, que não divergissem do modelo aceito pela comunidade científica. Ressalta-se que somente o uso das mídias de comunicação, como uma produção audiovisual, não irá atrair e

beneficiar os estudantes no processo de ensino e aprendizagem, pois a forma como o recurso é aplicado é de fundamental importância.

Conclusão

No desenvolvimento desta pesquisa, percebeu-se como é difícil para os estudantes expressarem seus modelos submicroscópicos, possivelmente isso se deve a pouca utilização e valorização do uso desses modelos no ensino, como também por essas representações não serem espontâneas, já que não se trata de algo real e observável, não fazendo parte do contexto social dos estudantes.

As representações consensuais no domínio submicro, a princípio, eram mais simples e apresentavam alguns erros conceituais e, após discussões para a socialização dos modelos e por meio das imagens produzidas na cartolina, houve uma melhora significativa nas representações submicroscópicas pela construção dos recursos audiovisuais, como também o discurso dos estudantes tornou-se mais coerente e seguro, porém convém ressaltar que, a mediação da professora e a troca de ideias e conceitos entre os estudantes foram de suma importância para o aperfeiçoamento dos modelos.

Conclui-se que a organização do ensino explorando diferentes mídias é importante, pois, com o uso de diversas formas de abordagem, por meio de diferentes ferramentas (textos, experimento, imagens, discussão, produção de recurso audiovisual), conseguimos alcançar maior interesse de grande parte dos estudantes, manifesto por sua participação e, conforme proposto por Moreno e Mayer (2007), participantes ativos e críticos, fazendo parte da construção do seu conhecimento, ao invés de serem simples ouvintes que absorvem informações.

Por fim, recomenda-se o uso mais assíduo de diferentes mídias na construção de modelos e discussão para a elaboração e a apropriação da linguagem científica pelos estudantes, pois isso faz com que eles selecionem e organizem suas informações, desenvolvendo melhor suas concepções científicas acerca do assunto estudado. Vemos, também, a importância de pesquisas sobre a dificuldade de estudantes do Ensino Médio quanto à exposição das representações submicroscópicas dos fenômenos, isto é, por que é tão difícil para alguns alunos construir uma imagem no domínio submicro? Portanto, ressalta-se, aqui, que ainda existe muito campo a ser pesquisado com relação à utilização de diferentes mídias na construção de modelos no ensino de Química.

Agradecimentos e apoios

Aos alunos e alunas participantes e à escola, que autorizou o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- BELTRAN, N. O. Ideias em movimento. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 5, p. 14-17, 1997.
- FERREIRA, C. R. **O uso de visualizações no ensino de química**: a formação inicial do professor de química. 2010. 727 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

- GIORDAN, M. **Uma perspectiva sociocultural para os estudos sobre elaboração de significados em situações de uso do computador na educação em ciências.** 2006. 315 p. Tese (Doutorado em Educação)-Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- JOHNSTONE, A. H. Chemical education research: where from here? **Centre for Science Education**, Glasgow, v. 4, n. 1, p. 34-38, 2000.
- MARASINI, A. B. **A utilização de recursos didáticos-pedagógicos no ensino de biologia.** 2010. 28 p. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- MAYER, R. **Multimedia learning.** New York: Cambridge University Press, 2001. 320 p.
- _____. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. **Learning and Instruction**, Pergamon, Amsterdam, v. 13, p. 125-139, 2003.
- MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio.** 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Biologia)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.
- MOREIRA, M. A. Modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996.
- MORENO, R.; MAYER, R. Interactive multimodal learning environments. **Educational Psychology Review**, New York, v. 19, n. 3, p. 309-326, 2007.
- MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 373 p.
- REIS, A. de S. **Ligações hidrogênio no cotidiano: uma contribuição para o ensino de química.** 2008. 189 f. Dissertação (Mestrado em Química Inorgânica) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- ROCHA, Z. de F. D. C. **Análise da dinâmica de um grupo de aprendizagem em ciências no ensino fundamental.** Londrina, 2005, p. 141. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina.
- TAUCEDA, K. C.; PINO, J. C. Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 2, n. 15, p. 337-354, mar. 2010.
- WU, K. K.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 38, n. 7, p. 821-840, 2001.