

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E DA SAÚDE

**A CONSTRUÇÃO COOPERATIVA DE NOÇÕES FUNDAMENTAIS À
QUÍMICA**

Vander Edier Ebling Samrsla

Dissertação apresentada
como exigência parcial para obtenção de grau em Mestre em Educação em Ciências,
sob orientação do Prof. Dr. José Claudio Del Pino

Porto Alegre, Abril 2007

Eu quero agradecer:

Primeiramente à minha família, meus pais e ao meu irmão, os motivos são óbvios e se não fossem por vocês e pelo seu apoio incondicional, eu nunca poderia estar aqui podendo agradecê-los. Sidinei, Eloi e Adelina amo vocês e, apesar da distância geográfica, vocês estão sempre junto de mim, dentro do meu coração.

À minha futura família, que ficou as férias sem comer cassata e outros doces para ficar comigo enquanto terminava de escrever esta dissertação. Elenara, eu te amo.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação Em Ensino de Ciências por proporcionarem uma educação pública, gratuita, mas, acima de tudo de qualidade.

Aos professores deste curso de Pós-Graduação, em especial para Diogo, por lutar por sua criação.

Aos colegas de mestrado: Paulo, Miriam e Urubatã, que como eu, tinham de conciliar o mestrado com os afazeres de educadores.

À direção do Colégio Estadual Paula Soares.

Aos meus colegas professores do Colégio Paula Soares: Silvia, Ricardo, Felipe, Luiz e Mara, e para minha grande amiga e conselheira Eloísa (Matriz).

Ao Juliano, meu assistente, câmara-man, operador de áudio e colega de mestrado.

Aos meus alunos, que são o motivo inicial e final de se fazer pesquisa em educação de ciências.

Aos meus amigos de longa data: Luis e Cristiano.

Aos Meus amigos e colegas da Área de Educação Química/IQ/UFRGS: Tânia, Marcos, César, Fernando, Tati e Shirley. À Rochele e ao Eichler, que com suas discussões intermináveis sobre educação faziam as pessoas muito aprenderem só escutando-os.

Ao Eichler, um grande amigo, colega e mestre. Que com conhecimentos profundos sobre a obra de Piaget, muito me ajudou nesta dissertação. Mas sem dúvida também, pelas incontáveis horas de conversas, nas sessões “psicoterapêuticas” na General Store.

Ao Del Pino o sempre e eterno mestre, professor e orientador e acima disso, um excelente amigo. Que eu não sei como ainda me atura. Muito obrigado, Del Pino.

*Dedico esta dissertação ao meu Irmão Sidinei
o meu primeiro grande mestre e professor,
sempre disposto e feliz a me explicar as coisas.*

*Que, com sua mente hipercriativa me contava
histórias de viagens espaciais e de ficção científica
que levaram a me interessar e gostar de ciências.*

Te amo, Sidi!

Resumo

A investigação sobre as concepções alternativas dos estudantes para os conhecimentos científicos é uma das principais ênfases das pesquisas realizadas no âmbito da didática das ciências. Neste contexto de pesquisa, em relação aos conceitos da química, diversos autores têm abordado esse assunto nos últimos anos. Estas pesquisas indicam que os estudantes começam a estudar química trazendo algumas concepções a respeito da natureza particulada da matéria, e continuam a utilizá-las em conjunto com algumas concepções científicas, para explicar os fenômenos relacionados a este tema.

Esta dissertação apresenta um estudo de caso sobre a elaboração conceitual, em realidade escolar, de noções sobre a natureza particulada da matéria. Os resultados vêm da análise qualitativa de seqüências de atividades realizadas por um grupo prototípico de quatro alunas, envolvendo a participação do professor, que foram gravadas em vídeo e transcritas na forma de protocolos.

O material para análise foi obtido durante a aplicação de uma proposta curricular que utiliza a mineralogia e os estudos dos minerais, como articuladores e desencadeadores dos estudos previstos para o primeiro ano do ensino médio. Esta proposta pedagógica foi aplicada em quatro turmas do Colégio Estadual Paula Soares de Porto Alegre. O primeiro artigo desta dissertação intitulado *“Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio”* descreve esta proposta pedagógica.

Os estudos sobre a natureza particulada da matéria, que é o foco da nossa análise, foram realizados em cinco atividades orientadas segundo proposições didáticas construtivistas e interacionistas, ambas inspiradas na epistemologia genética: Dissolução e diluição do permanganato de potássio em água; expansão do ar mediante aquecimento; Evaporação e condensação do éter em sistema fechado; Sublimação e ressublimação do iodo; e Mistura de água e álcool.

A análise do material produzido nestas atividades resultou em quatro temas de investigação. No primeiro se investiga a atribuição da idéia de partículas ao explicar os fenômenos. O segundo investiga como ocorre a elaboração conceitual da noção de vazio no modelo particulado de matéria. O terceiro investiga a noção da conservação da matéria. O quarto estuda o papel do professor na construção cooperativa destas noções.

Em função dos resultados desta pesquisa é possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível

submicroscópico. Há melhora na proposição de modelos mais complexos para a explicação dos fenômenos estudados em sala de aula. Eles conseguem compreender a constituição da matéria por partículas, que estas determinam suas características identificadas por sua composição química e as propriedades físico-químicas.

Embora os estudantes tenham mostrado sua compreensão dos fenômenos estudados em sala de aula é importante salientar que eles conservam alguma dificuldade de mobilizar o conhecimento construído para novas situações de aprendizagem.

O papel mediador do professor na construção de conceitos pelo aluno se constitui elemento fundamental para a aprendizagem dos estudantes num contexto específico, a escola, onde se produz conhecimento individual e coletivamente, por ações propositivas do professor. É importante ressaltar a valorização do tempo que o professor dispensa para seu planejamento das atividades de sala de aula, ressaltando a gradualidade no desenvolvimento dos conteúdos pela utilização de estratégias metodológicas que consideram os estudantes sujeitos ativos no processo de sua aprendizagem, permitindo sua compreensão dos fenômenos em estudo. Se evidencia nos longos diálogos em sala de aula a proposta do professor de auxiliar os alunos a compreenderem o que estavam estudando.

Sumário

Introdução	07
Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio	12
Materiais e Métodos	28
Resultados e Discussões	30
A elaboração conceitual em realidade escolar de noções de conservação da matéria	31
A elaboração conceitual em realidade escolar da noção de vazio no modelo corpuscular da matéria	65
A elaboração conceitual em realidade escolar no modelo corpuscular da matéria	93
O papel mediador do professor na elaboração conceitual de noções sobre a natureza particulada da matéria	127
Conclusões Gerais	155
Bibliografia	158
Anexos	159

Lista de figuras

Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio.	
Figura 1 - Trabalhador colhendo enxofre na borda do vulcão Kawah Ijen, na Indonésia	20
Figura 2 - Gêiser no Parque Yellowstone, nos Estados Unidos da América	20
Figura 3 – Algumas amostras de minerais utilizados nas atividades com os alunos	21
Figura 4 – Exemplo de kit com minerais desconhecidos que devem ser identificados pelos grupos de alunos	21
Figura 5 - Grupo trabalhando na determinação do traço dos minerais.	22
Figura 6 – Kit de substâncias elementares utilizado nas atividades com os alunos.	22

A elaboração conceitual em realidade escolar da noção de vazio no modelo corpuscular da matéria
--

Figura 1 – Representação das partículas de permanganato de potássio e água nas seguintes situações: a) permanganato de potássio sólido; b) água líquida; c) solução aquosa de permanganato de potássio; d) solução diluída de permanganato de potássio 1/10 a partir da solução do item c; e) solução diluída de permanganato de potássio 1/10 a partir da solução do item d; f) solução resultante após 5 minutos de dissolução de permanganato em água em repouso.	75
Figura 2 – Desenho proposto para explicar a evaporação e condensação do líquido incolor (éter) utilizando a idéia de partículas	82
Figura 3 – Representação das partículas de iodo no estado sólido e vapor.	85
Figura 4 – Representação das partículas de água e álcool antes da mistura.	88
Figura 5 - Representação das partículas de água e álcool na mistura.	89

A elaboração conceitual em realidade escolar no modelo corpuscular da matéria
--

Figura 1: Representações propostas pelas alunas para os sistemas a) o sólido permanganato de potássio; b) a água líquida; c) a solução do copo 1; d) a solução do copo 2; e) a solução do copo3; f) a solução do sistema da parte dois após 5 minutos.	113
Figura 2: Representações propostas pelas alunas para as partículas de iodo. Círculo da esquerda = sólido inicial; círculo central = sólido final; e círculo da direita = vapor.	119
Figura 3: Representações para as partículas dos sistemas água e álcool	123
Figura 4: Representações para as partículas de água e álcool na solução resultante dos dois líquidos.	124

Lista de tabelas

Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio.	
Tabela 1 – Proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio de química.....	22
Tabela 2 - Minerais disponíveis para a montagem dos kits.....	26

O papel mediador do professor na elaboração conceitual de noções sobre a natureza particulada da matéria

Tabela 1: Ocorrência das intervenções do professor conforme as atividades propostas.....	141
---	-----

Introdução

O ensino escolar de química, em sua grande maioria, se mostra centrado na reprodução de conteúdos livrescos e formais, com uma abordagem conteudista baseada na memorização sistemática dos assuntos, trabalhando essencialmente com uma metodologia de utilização do quadro negro e aulas expositivas. Este ensino não contribui para a aprendizagem significativa das noções que são fundamentais ao entendimento da Química. (Chassot, 2000). E por mais diversos estudos que existam para mudar este quadro, pouco destes chegam à sala de aula¹.

O desenvolvimento observado nas pesquisas em ensino e aprendizagem de ciências e de química, principalmente através do movimento das concepções alternativas na década de 1980, evidencia a constituição do campo científico de estudo e de investigação que vem sendo chamado de Didática das Ciências. (Barker, 2000; Schnetzler, 2002; Cachapuz, Praia, Gil-Pérez, Carrasco, Martinez-Terrades, 2001). No início desse campo de estudo, em relação à aprendizagem, os pesquisadores passaram a se fundamentar em contribuições da Psicologia Cognitiva, concebendo a aprendizagem como uma construção, evolução, reorganização ou mudança das concepções dos alunos, cabendo ao ensino a sua promoção.

Com o desenvolvimento da Didática das Ciências, foi possível, então, observar a proposição e a utilização de teorias, ou modelos, próprios a esse campo de investigação. Em tese, essas teorias teriam superado as insuficiências atribuídas à Psicologia Cognitiva, da qual a Didática das Ciências seria herdeira, pelo menos em parte (Cachapuz e colaboradores, 2001). Também, pôde-se notar o surgimento de mecanismos de publicação e divulgação particulares, tanto no exterior quanto no Brasil (Schnetzler, 2002).

A identidade dessa área de investigação é marcada pela especificidade do conhecimento científico. A química enquanto ciência apresenta peculiaridades próprias, nas quais, a articulação entre a investigação experimental e a criação de modelos explicativos racionais é uma das mais marcantes. Estes modelos explicativos (átomos, moléculas, íons, elétrons, prótons, entre outros) pertencem a uma realidade cujos objetos não podem ser percebidos pelos sentidos humanos. E são, desta forma, abstratos e para sua compreensão, muitas vezes, utilizam-se de analogias com objetos que possam ter um acesso direto aos nossos sentidos. Os processos utilizados para a formação da maior parte

dos conceitos químicos é completamente diferente daquela do mundo “normal”. Pois ela opera em três níveis inter-relacionados do pensamento: o macroscópico e tangível, o submicroscópico (atômico e molecular) e o uso representacional de símbolos e equações matemáticas” (Eichler, 2004), Rosa e Schnetzler (1998) explicitam tais níveis de conhecimento:

- a) nível descritivo e funcional (*macroscópico*): é o campo onde se pode ver e manusear materiais, analisar e descrever as propriedades das substâncias, por exemplo, em termos de cor, brilho, densidade e ponto de fusão, bem como observar e descrever suas transformações;
- b) nível simbólico (*representacional*): é o campo onde são representadas as substâncias químicas por fórmulas e suas transformações por equações. Essa seria a linguagem sofisticada do conhecimento químico; e
- c) nível explicativo (*submicroscópico*): é o nível onde se invocam os corpúsculos (íons, átomos, moléculas e suas estruturas), que permitem um quadro mental para racionalizar os níveis descritivos mencionados acima.

O conhecimento científico possui características diferentes do pensamento comum porque visa delimitar, no fluxo irreversível dos fenômenos, relações gerais e demarcáveis que nos permitam organizar os dados da experiência, de prever os acontecimentos e de agir sobre eles. É construído por um processo de desrealização se desprendendo da experiência imediata. Está sempre em deslocamento sendo retomado desde que uma exceção se afigure (Astofi e Develay, 1990, p116).

Essas especificidades da química estão na raiz dos problemas de ensino e aprendizagem desse tipo de conhecimento, que são amplamente notáveis. Dessa problemática decorreu um amplo conjunto de investigações que, nos últimos vinte anos, tem abordado diferentes áreas de interesse (Schnetzler, 2002). Com relação a estes estudos, é pertinente enfatizar o pequeno número de investigações que são empreendidas com o objetivo de evidenciar as relações interdisciplinares ou transversais de certos conhecimentos científicos e, as contribuições da história e da filosofia da ciência para as práticas de ensino e de aprendizagem das ciências.

¹ Poucos chegam à sala de aula está sendo usado no contexto que os estudos em educação de ciências são pouco conhecidos pelos professores atuantes na escola básica. Como também, quando conhecidos, não são implementados na escola, na sala de aula, para promover uma melhora na qualidade do ensino de Química.

Entretanto, poucos resultados desses estudos chegam às escolas e os reflexos na estrutura escolar são pouco evidentes (Maldaner, 2000). Enquanto pesquisas em didática das ciências têm evidenciado a necessidade de trabalhar os conteúdos de acordo com o desenvolvimento cognitivo dos alunos, a análise evidencia que o ensino de química parece não considerar aportes dessas pesquisas. As considerações acerca da gênese do conhecimento e as pesquisas a respeito de como o aluno aprende parecem não estar presentes nas propostas de estruturação curricular vigentes e muito menos ser de conhecimento dos professores, o que é mais um problema identificado na realidade escolar atual.

Ainda com relação às pesquisas em didática das ciências, cabe mencionar também, que no Brasil existem noções que são fundamentais à química que não têm sido abordadas pelos pesquisadores desta área, como por exemplo, a classificação dos elementos químicos através de suas propriedades, periódicas ou não, feitas por alunos em situações de aprendizagem. Portanto, entende-se que a temática sobre a classificação dos elementos químicos é a adequada para o início de desenvolvimento de um projeto mais amplo proposto por professores da Área de Educação Química (AEQ) do Instituto de Química (IQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) intitulado “A construção de noções fundamentais à química”.

Por outro lado, cabe ressaltar a necessidade de que as investigações no campo da Didática das Ciências sejam teórica e metodologicamente fundamentadas, articulando os referenciais teóricos com os procedimentos adotados para a coleta, construção e análise dos dados de pesquisa. Porém, é possível identificar a grande variabilidade de referenciais e de métodos de pesquisa que são utilizados na área de Didática de Ciências, mesmo que, de uma forma ou de outra, a maior parte delas convirja para perspectivas construtivistas (Cachapuz e cols, 2001; Schnetzler, 2002).

Este trabalho de dissertação tem como objetivo analisar a elaboração conceitual de noções referentes à natureza particulada da matéria, através da construção cooperativa em realidade escolar. Ele está incluído dentro de uma linha de pesquisa do grupo de professores-pesquisadores da Área de Educação Química (AEQ) – IQ – UFRGS que possui como objetivos a investigação da construção de noções fundamentais à química. Grupo que também se preocupa com a elaboração, montagem e organização de estratégias

didáticas que permitam tal elaboração gradual e contemplem relações interdisciplinares e históricas da ciência.

As informações e dados necessários para fazer esta análise foram obtidos durante a aplicação de uma proposta curricular, para disciplina de química, em quatro turmas do primeiro ano do ensino médio do turno da tarde do Colégio Estadual Paula Soares de Porto Alegre, nas quais, eu era o professor regente. Essa proposta tinha como principal dinâmica o trabalho dos alunos em pequenos grupos (três ou quatro componentes) para que pudessem cooperar nas realizações das tarefas e na resolução de problemas. Assim, em cada turma foi escolhido um grupo prototípico que teve suas ações gravadas em vídeo e seus materiais escritos fotos-copiados.

A proposta curricular foi fruto de um diálogo inicial entre alunos do curso de licenciatura da UFRGS e de professores da rede pública de ensino (dentre os quais eu estava incluído) e foi estruturada na AEQ com o intuito de permitir uma elaboração gradual dos conceitos químicos. Para tanto, se buscou em periódicos voltados à Didática das Ciências, publicados no Brasil e no exterior, informações acerca de atividades que desenvolvessem as noções fundamentais ao entendimento da química. E do ponto de vista da História das Ciências, esse conhecimento está intimamente relacionado ao estudo, tratamento, classificação e utilização de minerais. Desta forma, esta proposta utiliza a mineralogia como tema articulador das atividades, de modo que o estudo dos minerais, das substâncias elementares e dos fenômenos de transformação destes materiais pode servir de apoio material e concreto para a elaboração das noções abstratas da química inorgânica trabalhada no primeiro ano do nível médio.

A proposição de uma grade curricular parece se contrapor às idéias sobre a necessidade de um currículo enquanto processo (Sacristã, 1998). Mas esta proposta está inserida dentro de um contexto escolar predominante tradicional onde há necessidade de se trabalhar conteúdos determinados nos planos de ensino da disciplina estruturados pelos demais professores de química do colégio. E, onde a direção da escola e a supervisão escolar pedem que os professores da mesma disciplina tentem trabalhar dentro de um mesmo “ritmo de desenvolvimento dos conteúdos”, desconsiderando totalmente as especificidades e características de cada turma e a abordagem metodológica dos professores. Desta forma, esta proposta pedagógica curricular contém uma seqüência de conteúdos semelhante com a existente no colégio, porém, com uma abordagem

metodológica diferenciada que privilegia a construção cooperativa e a elaboração conceitual progressiva das noções fundamentais à Química.

Um relato mais detalhado da elaboração, estruturação e aplicação desta proposta é feito no capítulo a seguir que corresponde ao artigo “*Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio*” enviado a revista Química Nova na Escola. Considero importante mencionar que a proposta está sendo reavaliada para uma outra aplicação em sala de aula, visto seus resultados positivos em sua primeira aplicação, desta vez, sem a necessidade de servir como instrumento de coleta de dados para pesquisa. Assim algumas atividades estão sendo reformuladas e adaptadas para esta nova conjuntura. Posteriormente estes materiais didáticos estarão disponíveis no endereço eletrônico www.iq.ufrgs.br/aeq.

Da mineralogia à química:
uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio²

Introdução: A utilização de assuntos ou de temas do cotidiano como elemento organizador ou gerador das atividades de ensino e aprendizagem de química tem sido enfatizada em diversos artigos publicados nesta secção desta revista. Esses assuntos podem ser usados tanto para conduzir algumas aulas como para a proposição da totalidade do currículo de uma disciplina. Esse é o caso que apresentamos neste artigo, onde mostramos a utilização da mineralogia como um assunto articulador de uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio de química.

Palavras-chave: ensino de química; mineralogia; proposta curricular.

² Este texto foi aceito para publicação na revista Química Nova na Escola. Decidiu-se manter a formatação recomendada pela revista.

No âmbito da Didática das Ciências, entende-se que as ações docentes devem estar dirigidas de forma a possibilitar a elaboração conceitual progressiva das noções científicas presentes no currículo da disciplina. Uma vez que as noções fundamentais à química são muito abstratas, sugere-se que sejam utilizadas atividades experimentais como apoio concreto e material para auxiliar e fortalecer a conceituação. As atividades experimentais e a elaboração conceitual são melhores desenvolvidas quando elas são empreendidas em pequenos grupos de aprendizagem, pois neles os alunos podem cooperar na realização das tarefas e na resolução dos problemas que lhes são apresentados pelos professores.

A proposta curricular.

Na escola estadual em que a proposta curricular foi desenvolvida e em que leciona o primeiro dos autores deste artigo, os conteúdos curriculares de química para o primeiro ano do ensino médio são os seguintes: propriedades dos materiais (densidade e solubilidade), misturas (classificação e separação), transformações físicas, substâncias simples e compostas, tabela periódica, modelos atômicos, ligações químicas (iônicas, covalentes e metálicas), funções inorgânicas (sais, óxidos, ácidos e bases) e reações químicas. Esses conteúdos curriculares estão bastante relacionados com a química inorgânica. Nesse sentido, entendemos que o estudo dos minerais e das substâncias elementares pode servir de apoio material e concreto para a elaboração das noções abstratas da química inorgânica. Como se pode observar na Tabela 1 a proposta curricular envolve objetivos e atividades que foram articulados, quando possível, com o assunto mineralogia. No ano de 2005, essa proposta foi desenvolvida em quatro turmas do primeiro ano do ensino médio de química. As turmas possuem 3 horas-aula de química por semana, em um total de 120 horas-aula durante o ano letivo. Nas próximas seções descreveremos algumas das atividades realizadas durante o desenvolvimento da proposta curricular.

Aula inaugural: a paisagem e a química.

Na primeira aula foram utilizadas imagens de paisagens de regiões montanhosas e vulcânicas que permitiram ilustrar um conjunto de informações sobre as rochas, os minérios e os minerais. As imagens utilizadas são bastante coloridas e procurou-se indicar aos alunos a relação que existe entre as cores e os diferentes tipos de águas, minerais e solos. Essas imagens podem ser encontradas em livros, em revistas (como a National

Geographic, por exemplo) ou na Internet, em sítios de ferramentas de busca (Google, Yahoo, All the Web, etc.) ou em sítios específicos, como o trekearth.com, que é um sítio voltado à aprendizagem do mundo através de fotografias. As imagens das figuras 1 e 2, por exemplo, foram digitalizadas de um livro de fotografias sobre vulcões (Burseiller e Durieux, 2001). As imagens selecionadas do livro foram digitalizadas, tratadas com softwares de edição de imagens e impressas em lâminas transparentes. Ao total são utilizadas cerca de vinte figuras.

Além de possibilitar mostrar uma relação entre as paisagens e alguns conhecimentos em química, essas imagens permitem, também, abordar algumas questões sociais envolvidas no processo de exploração de minerais. Por exemplo, muitas vezes os trabalhadores estão expostos a condições bastante insalubres. Como se pode depreender da Figura 1, naquela condição de trabalho, o minerador está exposto aos vapores tóxicos e ácidos que saem do solo vulcânico.

Nesse sentido, entendemos que essas imagens podem ser utilizadas como um aspecto motivacional para a condução da proposta curricular, chamando a atenção dos alunos para a relevância do assunto.

A coleção de minerais e as atividades realizadas.

O Rio Grande do Sul, onde essa proposta foi desenvolvida, possui uma grande diversidade de recursos minerais. Existem empresas públicas e privadas que exploram esses recursos. Há museus de mineralogia, como os da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e da UFRGS³. Além disso, diversos tipos de minerais são comercializados em lojas específicas ou de produtos esotéricos. Dessa forma, foi possível montar uma coleção de minerais para desenvolver a proposta curricular.

Nesse sentido, preparou-se uma lista de cátions e ânions que deveriam conter os minerais visando à variedade dos elementos químicos que seriam estudados no decorrer do ano letivo. Os ânions de interesse foram: carbonato, cloreto, fluoreto, fosfato, hidróxido, óxido, silicatos, sulfato e sulfeto. Os cátions de interesse foram dos metais: alumínio, bário, boro, cálcio, chumbo, cobre, estanho, ferro, magnésio, mercúrio, potássio e sódio.

³ O endereço eletrônico desses museus é: <http://www.cprm.gov.br/sureg-pa/museu.html> e <http://www.museumin.ufrgs.br/>

A partir desses cátions e ânions buscamos formar uma coleção de minerais. A maior parte dos minerais de nossa coleção foi doada pelos museus de mineralogia. Algumas amostras foram compradas no comércio, inclusive pela Internet, como algumas amostras de pedras em cascalho adquiridas em www.agataweb.com.br. A coleção apresentada aos alunos continha amostras dos seguintes minerais: pedra-sabão, ametista, calcita azul, calcita laranja, mica lepidolita, sodalita, mica fuxita, quartzo azul, dolomita, muscovita, calcita esmeralda, hematita, gipso, pedra-do-sol, quartzo verde, rutilo, fluorita, calcita branca, citrino, granada, cobre, enxofre, zircão, malaquita, cinábrio, turmalina negra, halita, cassiterita, galena, quartzo rosa, feldspato, obsidiana, barita, lápis lazuli, talco, vermiculita, apatita, cianita, pirita, calcedônia, howlita, carnalita, rodocrosita, aragonita, magnesita, berilo, carvão mineral, bauxita, esolecita, bismuto nativo e celestita. Uma pequena amostra dos minerais de nossa coleção pode ser vista na Figura 3.

Nas atividades com a coleção de minerais, os alunos deveriam observar e descrever de melhor maneira possível cerca de trinta amostras de minerais. Essa atividade, como todas as outras no decorrer do ano letivo, foi realizada em pequenos grupos de três ou quatro alunos. Os critérios utilizados na descrição dos minerais deveriam ser estipulados pelo grupo de alunos para, posteriormente, compartilhar as descrições com toda a turma e, então, discutir os critérios utilizados. Em seguida, foram apresentados os critérios utilizados na identificação dos minerais: cor, brilho, transparência, traço, dureza, densidade, solubilidade e reatividade. Esses critérios foram abordados durante várias aulas, permitindo contemplar os conceitos químicos que deles fazem parte, envolvendo noções de estados físicos da matéria, modelos atômicos, ligações químicas, funções químicas inorgânicas e reatividade química, por exemplo.

Uma segunda tarefa com os minerais consistiu na identificação de uma pequena coleção de dez minerais. Foram preparados doze kits com dez minerais cada, conforme se pode observar na Figura 4. Os kits foram montados a partir dos minerais que dispúnhamos em quantidade suficiente, como pode ser visto na Tabela 2. Utilizamos o critério da composição química para a escolha dos minerais que compunham os kits. Cada kit continha: dois silicatos (diferenciáveis pela cor), um sulfeto, um fosfato ou sulfato, três carbonatos (diferenciáveis pela cor, brilho ou teste de chama), um sal solúvel em água e/ou haleto, um óxido e um elemento nativo. As amostras minerais que fazem parte dos kits foram nomeadas, por exemplo, de H01 à H10. Este kit contém os seguintes minerais:

turmalina, calcita, ametista, magnesita, berilo, cobre nativo, pirita, halita, apatita e cassiterita. Cada grupo de alunos recebeu um kit e no decorrer do ano letivo os alunos fizeram atividades que permitiram identificar os minerais dessa coleção.

Os demais itens dos kits estão relacionados às atividades de determinação das propriedades: azulejo (traço), lâmina de aço e minerais de referência (dureza), uma proveta graduada de 50mL (densidade) e um frasco com conta-gotas contendo ácido clorídrico 1mol/L (reatividade).

Os critérios para as análises das amostras minerais, que foram realizadas pelos grupos de alunos, foram adaptados dos manuais usualmente utilizados em mineralogia (Dana, 1949; Leinz e Campos, 1982; Leprevost, 1975). Para isso se montou uma tabela contendo as características e as propriedades mais importantes de todos os cerca de 50 minerais que fazem parte de nossa coleção e que foram apresentados aos alunos. A tabela contém o nome do mineral e suas propriedades, tais como: cor, brilho, transparência, traço, dureza (escala de Mohs), densidade, solubilidade e reatividade. Essa tabela foi distribuída aos grupos de alunos e foi utilizada como padrão para as atividades de identificação dos minerais que compunham os kits. Na Figura 5, pode-se ver os alunos em uma atividade de determinação do traço dos minerais.

Entretanto foram necessárias algumas adaptações, como, por exemplo, a determinação da reatividade. Essa propriedade envolve o uso de reagentes, ferramentas e equipamentos específicos que são difíceis ou perigosos de serem reproduzidos nas realidades de escola. Assim, para o estudo da reatividade se optou por utilizar apenas HCl 1M. O teste consiste em colocar sobre a superfície da amostra uma pequena quantidade do ácido com o auxílio de um conta-gotas. O resultado positivo, que se resume aos minerais da classe dos carbonatos, é constatado pelo desprendimento de gás carbônico (CO_2), com formação de borbulhas.

Desenvolvimento da proposta na escola.

Na Tabela 1 descrevemos os conceitos, objetivos e atividades que essa proposta curricular abrange. Entretanto, acreditamos que são necessárias algumas considerações a respeito do seu desenvolvimento em contexto escolar.

Por exemplo, para a elucidação do conceito de densidade os alunos fizeram várias medidas de massa e volume de dois líquidos: água e álcool. A partir disso, eles puderam

perceber que a relação entre a massa e o volume é constante. A seguir, mostrou-se a importância do conceito em questões cotidianas como a flutuação de objetos e de embarcações na água. Em seguida os alunos utilizaram esse conceito para calcular a densidade de um sólido desconhecido – uma amostra de cassiterita. Na atividade seguinte foi determinada a densidade dos minerais contidos nos kits distribuídos aos alunos.

Conforme descrito na seção anterior, os minerais que faziam parte dos kits foram reconhecidos pelos alunos através das propriedades dos minerais. Entretanto, foi necessário desenvolver com os alunos a conceituação das propriedades e dos modelos explicativos a elas relacionadas. Nesse sentido, a partir da metade do ano letivo, foram enfatizadas atividades que possibilitassem a elaboração conceitual das noções científicas necessárias à explicação das propriedades dos minerais, deixando em suspenso as atividades com o kit de minerais até o final do ano letivo.

O estudo das misturas e da solubilidade começou com um problema que os alunos deveriam resolver em grupo: como separar uma mistura de areia, sal e limalhas de ferro utilizando imã, filtro e água. Nos estudos e discussões relacionados a essa atividade, eles puderam perceber que o processo de separação está relacionado às propriedades de cada componente da mistura.

A natureza particulada da matéria foi abordada através de cinco experimentos: a diluição do permanganato de potássio em água, a expansão do ar sob aquecimento, a vaporização e condensação do éter, a sublimação do iodo e a mistura de álcool e água. Essas atividades, embora diferentes, tiveram o mesmo objetivo: problematizar e estimular a construção da noção de partículas constitutivas da matéria e verificar como essa noção pode ser utilizada na explicação dos fenômenos observados durante a realização dos experimentos. Esses fenômenos possuem como característica a conservação da natureza da matéria, ou seja, não ocorre a formação de novas substâncias durante os processos.

Neste momento, para auxiliar a evolução da construção de modelos particulados da matéria, foram realizadas atividades que envolviam, também, fenômenos nos quais há a formação de novas substâncias. Dessa forma, foram apresentadas diversas demonstrações aos alunos: solubilização de substâncias, alteração da forma de objetos, mudanças de estado físico e reações que envolvem a liberação de calor, de gases ou a formação de precipitados. Durante essa atividade de demonstração, os alunos registravam suas

observações, dando ênfase às propriedades dos sistemas, com o intuito de tentar identificar em quais processos ocorriam a formação de novas substâncias.

Seguindo o curso da proposta, estenderam-se os fenômenos nos quais há formação de substâncias novas em um estudo sobre a diferenciação entre substâncias simples e compostas, envolvendo atividades como a queima do açúcar (onde seria possível perceber a eliminação de água ou o escurecimento do sólido provocado pela carbonização) e a eletrólise da água (decomposição em gás hidrogênio e gás oxigênio).

Antes da apresentação da Tabela Periódica e das propriedades dos elementos químicos foi realizada uma atividade prática com a classificação de substâncias elementares. Cada grupo de alunos recebeu um kit, conforme Figura 6, contendo quinze amostras de substâncias elementares: alumínio, carbono, cobre, chumbo, estanho, enxofre, ferro, fósforo, iodo, magnésio, mercúrio, tungstênio e zinco. Além desse kit, foi entregue aos alunos um material didático contendo informações sobre os elementos químicos, suas características e suas possíveis utilizações. Essa atividade teve por objetivo auxiliar a elaboração de noções de elemento químico, de substâncias simples e dos critérios utilizados na classificação dos elementos químicos. Para tanto, solicitou-se que os alunos agrupassem as amostras em dois grupos distintos, citando os critérios que foram utilizados para essa classificação. As diferentes classificações realizadas pelos grupos foram discutidas com toda a turma. Nessas classificações, surge a idéia de divisão dos elementos químicos em metais e não-metais.

Posteriormente, foram apresentados os conceitos de ligação química, de modelo atômico, de funções inorgânicas e de reatividade química. Os minerais foram utilizados para exemplificar algumas funções inorgânicas, como sais e óxidos, que faziam parte de nossa coleção de minerais. Quando foram abordados os dois últimos conteúdos curriculares, conclui-se a apresentação dos conceitos científicos necessários para finalizar a identificação dos minerais presentes nos kits distribuídos aos alunos. A reação dos minerais com ácidos inorgânicos diluídos auxiliou a identificação e a classificação dos minerais contidos nos kits.

Portanto, o estudo dos minerais foi realizado durante o ano letivo. Nas primeiras aulas se buscou motivar os alunos para o estudo do assunto, que foi concluído com o reconhecimento das amostras contidas em seus kits nas aulas de encerramento do ano letivo.

Considerações finais.

Embora o desenvolvimento dessa proposta curricular tenha ocorrido em 2005, a sua elaboração foi iniciada em 2004, com a participação de dois alunos de iniciação científica do curso de Licenciatura em Química, que organizaram as informações e formaram a coleção de minerais. Também foi elaborado um material didático para apoiar a implementação da proposta curricular. Esse material didático está sendo editorado e logo estará disponível em www.iq.ufrgs.br/aeq.

O desenvolvimento de uma proposta curricular diferenciada do ensino tradicional sofreu resistências da direção da escola, de alguns alunos e de seus pais. Em reuniões com pais e diretores, o professor teve que apresentar suas justificativas e demonstrar que o conteúdo curricular seria todo abordado, embora disposto de uma maneira diferente ao que é realizado pelos outros professores de química da escola. Apesar desse contratempo inicial, os alunos se engajaram na proposta e participaram das atividades em grupo com muito entusiasmo e empenho. Em relação às turmas dos anos anteriores, parece que a organização do ensino na forma proposta propiciou uma aprendizagem mais significativa por parte dos alunos e os resultados nos exames e provas foram melhores.

Durante o desenvolvimento da proposta, um grupo de alunos em cada turma foi acompanhado através de todo o ano letivo, visando a uma pesquisa de mestrado sobre a aprendizagem cooperativa de noções fundamentais à química. As atividades desse grupo de alunos, que foram gravadas em vídeo, serão analisadas e os resultados obtidos serão divulgados em revistas da área do ensino de ciências. Finalmente, conforme previsto em um projeto financiado pelo CNPq, os resultados obtidos com a aplicação dessa proposta curricular serão divulgados em cursos de formação de professores.



Figura 1 - Trabalhador colhendo enxofre na borda do vulcão Kawah Ijen, na Indonésia.

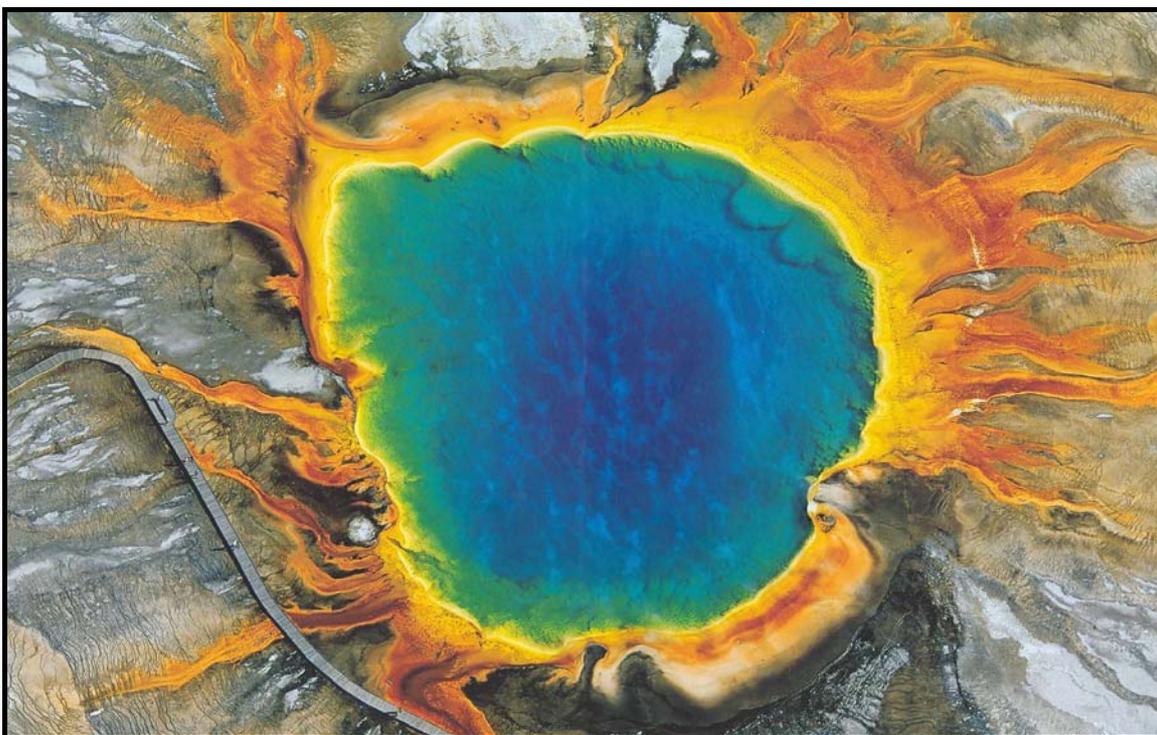


Figura 2 - Gêiser no Parque Yellowstone, nos Estados Unidos da América.



Figura 3 – Algumas amostras de minerais utilizados nas atividades com os alunos.



Figura 4 – Exemplo de kit com minerais desconhecidos que devem ser identificados pelos grupos de alunos.



Figura 5 - Grupo trabalhando na determinação do traço dos minerais



Figura 6 – Kit de substâncias elementares utilizado nas atividades com os alunos.

Tabela 1 – Proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio de química⁴.

Seqüência	Objetivos	Atividades
1	<ul style="list-style-type: none"> - Esclarecimentos e motivação. - Contextualização do objeto de estudo: os minerais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização das imagens de paisagens preparadas com o projetor (2h/a).
2	<ul style="list-style-type: none"> - Ambientar os alunos à tarefa de observar os minerais. - Captar que tipos de dados os alunos são capazes de levantar, sem direcioná-los. - Motivação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observações da coleção de minerais identificados (3h/a). - Debates para a troca de informações entre os grupos (4 h/a).

⁴ O total de horas-aula nesta proposta é de 92 h/a, pois existem outras atividades da escola com carga horária: gincana de aniversário do colégio, conselhos de classe e divulgação de conceitos do trimestre, recuperações e visitas a eventos e museus.

3	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar a identificação dos minerais. - Elucidação de alguns critérios de classificação nas observações das propriedades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observações dirigidas: cor, brilho e diáfaneidade, traço e dureza (4 h/a).
4	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo da propriedade densidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade de apresentação do conceito e suas características (2 h/a). - Determinação da densidade de um sólido qualquer (1 h/a). - Determinação da densidade das amostras dos kits (3 h/a).
5	<ul style="list-style-type: none"> Estudo da propriedade solubilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula prática sobre a solubilidade de substâncias e estudo de gráficos de solubilidade (5 h/a).
6	<ul style="list-style-type: none"> - Misturas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula prática sobre separação de misturas (1 h/a). - Textos explicativos sobre métodos de separação de misturas (1h/a). - Exercícios (2 h/a).
7	<ul style="list-style-type: none"> - Elucidação da idéia de “partículas” como constituintes da matéria. - Elucidação da idéia de que as partículas constituintes das substâncias são muito pequenas. - Buscar explicações aos fenômenos dando ênfase ao comportamento das “partículas”. - Debates e explicações com a turma na tentativa de padronizar a idéia de que a matéria é composta de partículas e trabalhar as diferenças entre os estados físicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diluição de permanganato de potássio (2 h/a). - Provocar, por aquecimento, o quase-enchimento de uma bexiga de borracha presa ao gargalo de um balão de fundo redondo (1 h/a). - Provocar a evaporação e a condensação de éter etílico contido em um aparato de vidro fechado utilizando água quente e fria, respectivamente (prática demonstrativa) (2 h/a). - Provocar a sublimação de iodo dentro de um recipiente de vidro (prática demonstrativa) (2 h/a). - Verificar a existência de “espaços” entre as partículas de líquidos ao misturar água e álcool (1 h/a). - Aula expositiva utilizando modelos de bolas de gude e sagu. A verificação de espaços é exemplificada preenchendo um frasco de vidro com bolas de gude, em seguida com sagu e terminando com o sal de cozinha (3 h/a).
8	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos de fenômenos de conservação e transformação da matéria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização de diversos fenômenos, tais como: queima de papel, mistura de água e sal, mistura de bicarbonato de sódio com água,

		bicarbonato de sódio com vinagre, etc. As práticas são demonstrativas e os alunos devem registrar as suas características (3 h/a).
9	<ul style="list-style-type: none"> - Substâncias simples e compostas. - Elemento químico. - Fórmulas das substâncias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Queima do açúcar (1 h/a). - Eletrólise da água (2 h/a). - Criando modelos com massas de modelar (1 h/a). - Leitura de texto e resolução de perguntas sobre os constituintes das substâncias, os estados físicos e a idéia de elemento químico (3 h/a). - Leitura de texto e resolução de exercícios referente à fórmula química das substâncias (1 h/a).
10	- Estudo da Tabela Periódica.	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade de observação e classificação de substâncias elementares (2 h/a). - Análise de tabelas e gráficos, buscando regularidades, dos valores do raio atômico, 1ª energia de ionização e massa atômica com relação ao número atômico dos 50 primeiros elementos químicos (2 h/a). - Aula expositiva com auxílio de retro-projetor sobre a constituição e organização da tabela periódica (2 h/a).
11	- Modelos atômicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva com auxílio de retro-projetor sobre a evolução dos modelos atômicos de Thomson a Bohr (3 h/a). - Energia de ionização e os níveis de energia - atividade de resolução de perguntas referentes à interpretação de gráficos e textos (3 h/a).
12	- Modelo de Rutherford-Bohr e as propriedades periódicas.	<ul style="list-style-type: none"> - Os níveis de energia e o raio atômico (2 h/a). - A eletronegatividade e a Tabela Periódica (2 h/a). <p>As duas atividades são de resolução de perguntas referentes à interpretação de gráficos, tabelas e textos.</p>
13	<ul style="list-style-type: none"> - Ligações químicas. - Modelos simplificados de ligações químicas. - As ligações químicas e as 	<ul style="list-style-type: none"> - Semelhanças e diferenças entre átomos –idéia de isótopos, íons, cátions e ânions – e atividade de resolução de perguntas (1h/a).

	propriedades dos compostos.	<p>- Sete atividades de resolução de perguntas referentes à interpretação de gráficos, e textos:</p> <p>1) Ligações químicas: introdução, energia de ligação e estabilidade de compostos (2 h/a).</p> <p>2) Diferentes tipos de ligação química, polaridade de ligações, existência de íons (2h/a).</p> <p>3) Modelo simplificado de ligação química iônica baseado na “estabilidade” dos gases nobres (2h/a).</p> <p>4) Modelo simplificado de ligação química covalente baseado na “estabilidade” dos gases nobres (2h/a).</p> <p>5) Tipos de ligação química e a propriedade dos compostos, ponto de fusão (1h/a).</p> <p>6) Tipos de ligação química e a propriedade dos compostos, solubilidade e condutividade elétrica (2 h/a).</p> <p>7) Modelo de ligação metálica (2h/a).</p>
14	- Funções Inorgânicas: sais, óxidos, ácidos e bases.	- Utilização dos minerais da coleção como exemplos das propriedades de sais e óxidos (8h/a).
15	- Reações químicas.	<p>- Estudo das reações químicas, classificação de diferentes tipos de reações químicas, aula expositiva. (1h/a).</p> <p>- Atividade de determinação da reatividade das amostras de minerais (1h/a).</p> <p>- Encerramento da tarefa de identificação dos minerais comparando os dados levantados durante o ano com a literatura (2 h/a).</p>

Tabela 2 - Minerais disponíveis para a montagem dos kits.

Grupos	Minerais	
	Nome	Fórmula química
Silicatos	Mica (muscovita, p.e.)	$\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
	Quartzo (ametista, p.e.)	SiO_2
	Turmalina	$\text{NaMg}_3\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3\text{Si}_6\text{O}_{18}(\text{OH})_4$
	Talco	$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
	Berilo	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$
Sulfetos	Pirita	FeS_2
	Galena	PbS
	Cinábrio	HgS
	Marcassita	FeS_2
Fosfato	Apatita	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$
Sulfatos	Gipso	CaSO_4
	Barita	BaSO_4
Haleto	Fluorita	CaF_2
	Halita (solúvel em água)	NaCl
	Carnalita	$\text{KMgCl}_3 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$
Óxidos	Cassiterita	SnO_2
	Hematita	Fe_2O_3
	Cuprita	Cu_2O
	Pirolusita	MnO_2
	Rutilo	TiO_2
	Magnetita	Fe_3O_4
Carbonatos	Calcita	CaCO_3
	Malaquita	$\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$
	Aragonita	CaCO_3
	Dolomita	$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$
	Magnesita	MgCO_3
Nitrato	Salitre (solúvel em água)	KNO_3
Elementos nativos	Cobre	Cu
	Carvão	C
	Enxofre	S

Referências:

BOURSEILLER, P. & DURIEUX, J. *Des volcans et des hommes*. Paris: Editions de la Martinière, 2001.

DANA, E. S. *Dana's Minerals and how to study them*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1949.

DEL PINO, J.C. *et al.* Proposta de ensino de química compatível com as características das cidades periféricas da Grande Porto Alegre. *Série Documental: Relatos de Pesquisa*, 26, 9-21, 1995.

LEINZ, V & CAMPOS, J.E.S. *Guia para determinação de minerais*. São Paulo: Nacional, 1982.

LEPREVOST, A. *Química analítica dos minerais*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975.

MORO, M.L.F. A epistemologia genética e a educação: algumas implicações. *Em Aberto*. 9, (48), 39-45, 1990.

MORO, M.L.F. *Aprendizagem operatória: a interação social da criança*. São Paulo: Cortez, 1987.

MORTIMER, E.F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

PIAGET, J. *A tomada de consciência*. São Paulo: Melhoramentos, 1977.

PIAGET, J. *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

Materiais e Métodos

Como já foi mencionado anteriormente, tanto na introdução como no artigo “*Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio*”, cada uma das quatro turmas onde foi aplicada a proposta curricular teve as ações de um grupo de alunos gravadas em vídeo e seus materiais escritos fotos-copiados. Dois destes grupos prototípicos se desfizeram durante o ano letivo e outros dois se mantiveram coesos em sua composição e também sofreram acréscimos de mais um integrante ao longo do processo⁵.

Um destes dois grupos remanescentes foi escolhido para ter suas filmagens transcritas e suas ações analisadas. Esse grupo era composto por quatro alunas e, foi escolhido devido a vários fatores, dentre os quais podemos citar o momento da incorporação do quarto membro, que ocorreu ainda no primeiro trimestre antes de serem iniciadas as aulas relacionadas aos assuntos que serão investigados nesta dissertação, enquanto que no outro grupo esta incorporação ocorreu durante a realização destas aulas. Suas integrantes possuíam uma alta frequência enquanto que no outro grupo houve problemas de frequência, um aluno se ausentou de algumas atividades e outras foram realizadas somente com dois alunos. O grupo escolhido também demonstrou grande interesse pela proposta já nas primeiras aulas, antes dos grupos filmados serem selecionados, entusiasmo este que se manteve durante todo ano. Além do mais este grupo gostava de discutir bastante sobre as questões propostas e também sobre os fenômenos observados o que gerou um material mais rico, em termos de diálogos, para ser analisado.

Antes de se iniciar a análise do material filmado, foi feita uma separação do mesmo em três áreas de interesses relacionadas com as noções que foram desenvolvidas durante as aulas: Estudo das propriedades através dos minerais; Estudos dos fenômenos e a construção de modelos particulados para a matéria e; A classificação dos elementos químicos. Todas essas áreas eram focos do nosso interesse quando foi elaborado o projeto para esse mestrado.

Embora tivéssemos muito interesse de analisar estas três áreas o tempo necessário para fazer estes estudos não seria compatível com o disponível para realizar esta

⁵ Inicialmente cada um destes grupos era composto por três integrantes. Um deles formado por três meninos e o outro formado por três meninas. O grupo das meninas foi acrescido por mais uma menina durante o primeiro trimestre letivo. O grupo dos meninos teve a adição de mais um menino durante o segundo trimestre letivo e, esporadicamente um outro colega fazia as atividades junto com eles.

dissertação de mestrado devido à grande quantidade de material originado das filmagens e escritos pelos alunos. Decidiu-se analisar a segunda das três áreas: A construção de noções químicas referentes ao estudo dos fenômenos e a elaboração de modelos explicativos para esses fenômenos.

Este tema foi escolhido porque, como foi mencionado anteriormente, o nosso trabalho de mestrado está inserido dentro de uma linha de pesquisa da Área de Educação Química (AEQ). Que possui o objetivo analisar a elaboração conceitual progressiva de noções que são fundamentais ao entendimento dos objetos, dos fenômenos e dos processos relacionados à química. E de produzir materiais e estratégias didáticas que permitam tal elaboração gradual e contemplem as relações interdisciplinares e históricas da ciência.

Desta forma esta análise vem servir de seqüência ao trabalho de doutorado de um integrante do grupo de professores-pesquisadores da AEQ. Que estudou praticamente as mesmas noções aqui investigadas, porém não em ambiente escolar e sim através de entrevistas clínicas. Com o interesse voltado para parte psicológica dos processos envolvidos nestas construções (Eichler, 2004).

Embora tivéssemos muito interesse de analisar as aulas referentes à classificação dos elementos químicos, devido ao menor número de trabalhos nesta área. Essa análise não poderia ser realizada sem se ter conhecimento de como as alunas construíram algumas noções sobre a constituição das substâncias e quais as idéias que elas possuíam sobre substâncias compostas, substâncias simples, substâncias elementares e átomos. Muitas destas idéias e noções são construídas durante as aulas referentes à área do estudo dos fenômenos e a construção de modelos particulados para a matéria. Portanto, a análise do material transcrito teve de se iniciar por esta área temática. Ficando a investigação sobre a classificação dos elementos químicos para trabalhos futuros.

O material utilizado para fazer essa análise foi retirado das transcrições de cinco atividades: Dissolução e Diluição do KMnO_4 ; Aquecimento do ar; Evaporação e condensação do éter; Sublimação e resublimação do iodo; e Mistura de água e álcool, disponibilizadas aqui nos anexos. Desenvolvidas com os objetivos de permitir aos alunos através da interpretação dos fenômenos presentes nas mesmas e da resolução de questionamentos, construir modelos explicativos para estes fenômenos utilizando modelos particulados para a matéria.

Os roteiros de estudos destas atividades que foram disponibilizados aos alunos estão nos anexos desta dissertação. Pode-se perceber que os títulos dos materiais dos alunos não são os mesmos que nos referimos as atividades durante a análise. Isso porque não queríamos dar nenhuma informação adiantada sobre os experimentos que pudessem atrapalhar o desenvolvimento das tarefas conforme elas foram planejadas. Por exemplo, se ao invés de “estudo das substâncias frente ao aquecimento” tivéssemos colocado “aquecimento do ar”, seria fornecida a informação que existia ar dentro do balão e não teria sentido fazer questionamentos referentes à existência de alguma coisa dentro do balão.

Resultados e discussões

A análise dos episódios de ensino registrados durante as atividades didáticas, anteriormente citadas, resultou em quatro temas de investigação. No primeiro se investiga a noção da conservação da matéria. O segundo investiga a atribuição da idéia de partículas ao explicar os fenômenos. O terceiro investiga como ocorre a elaboração conceitual da noção de vazio no modelo particulado de matéria. E o quarto estuda o papel do professor na construção cooperativa destas noções.

Estes trabalhos estão apresentados a seguir em quatro artigos, que desde já, pedimos desculpas pelos momentos repetitivos, porém inevitáveis devido a se investigar o mesmo material sob diferentes enfoques. Estes enfoques também ocasionaram artigos com linguagens diferentes, que são frutos de diferentes momentos de análise e das contribuições dos diferentes autores que participaram da elaboração dos artigos.

A elaboração conceitual em realidade escolar **de noções de conservação da matéria**⁶

Resumo

O artigo apresenta um estudo de caso sobre a elaboração conceitual, em realidade escolar, de noções de conservação da matéria. As atividades de ensino foram orientadas segundo proposições didáticas construtivistas e interacionistas, inspiradas na epistemologia genética. Os resultados vêm da análise qualitativa de seqüências de atividades em pequenos grupos, envolvendo a participação do professor, que foram gravadas em vídeo e transcritas na forma de protocolos. As análises foram reverentes às: a) atribuição de noções de conservação, bem como as resistências e obstáculos na utilização dessas noções, expressas pelos quatro participantes do grupo que, juntos resolveram as tarefas relativas à expansão do ar sob aquecimento e às mudanças de estado do éter e do iodo; b) explicações oferecidas para essas transformações, com e sem a intervenção do professor. Os sujeitos, com idades entre 15 e 17 anos, eram alunos de química do primeiro ano do ensino médio. Os resultados apóiam os postulados sobre aprendizagem das ciências, que reiteram a importância do trabalho em pequenos grupos durante atividades de características experimentais, e indicam o papel fundamental do professor na elaboração conceitual.

Introdução

O desenvolvimento do conceito de matéria é um dos objetivos fundamentais dos cursos de química. A elaboração desse conceito implica reconhecer a conservação ou a transformação da substância e da quantidade da matéria envolvida nos fenômenos físicos e químicos. Diversos estudos têm evidenciado as concepções espontâneas de estudantes para esses e outros conceitos fundamentais à química, como pode ser encontrado na revisão da literatura empreendida por Barker (2000). O desenvolvimento de conceitos de matéria e substância foi foco de diversas pesquisas, inspiradas na epistemologia genética de Jean Piaget (1990), envolvendo crianças, adolescentes e adultos (Gómez, Benarroch e Marín, 2006; Benarroch, 2000; Eichler, Parrat-Dayana e Fagundes, 2007a e 2007b, Krnel, Glažar e Watson, 2003; Krnel, Watson e Glažar, 2005; Nakhleh, Samarapungavan e Saglam, 2005).

⁶ Artigo aceito para publicação na revista Investigações em Ensino de Ciências

Krnel e colaboradores (2003 e 2005) argumentam que tal desenvolvimento, ou elaboração conceitual, envolve a aprendizagem da distinção entre as propriedades intensivas, que caracterizam a matéria, e as propriedades extensivas, que caracterizam os objetos materiais. As propriedades intensivas são independentes do tamanho da amostras. As propriedades intensivas (como por exemplo, substância, estados da matéria, temperatura e, na maioria das vezes, cor) não modificam com as transformações de quantidade, formato e tamanho dos objetos e são iguais em cada uma das partes do objeto, assim, caracterizam a substância com qual o objeto é feito. Por contraste, as propriedades extensivas (por exemplo, tamanho, massa e volume) são específicas do objeto e dependentes do contorno ou da quantidade de matéria, dessa forma, são modificadas quando os objetos são divididos ou aglomerados.

Com a intenção de investigar esses postulados, Krnel e Cols. (2003 e 2005) realizaram uma investigação, inspirada na tradição de pesquisa piagetiana, sobre o desenvolvimento do conceito de matéria e de conservação da substância. Para isso, investigaram as características das descrições e das classificações de diferentes objetos materiais realizadas por 84 crianças, entre 3 e 13 anos de idade.

Em Krnel, Glažar e Watson (2003) evidenciaram que para as crianças realizarem com êxito a classificação da matéria, elas precisam prestar mais atenção nas propriedades intensivas da matéria, utilizando as propriedades extensivas como um apoio secundário para a sua classificação. Os resultados encontrados por esses autores apontam que por volta dos 9 anos de idade, as crianças já conseguem diferenciar as propriedades extensivas das propriedades intensivas, portanto, conseguem diferenciar o objeto da matéria. Nesse estudo sobre a classificação, os autores constataram que a cor foi um dos principais critérios utilizados pelas crianças para identificar a conservação das substâncias em diferentes formas ou estados físicos. Também, evidenciaram que as crianças interpretam os gases, principalmente, pela propriedade que eles possuem de inflar balões ou de estarem associados à respiração. Além disso, encontraram uma baixa incidência de classificação da substância em relação aos estados da matéria. Nesse sentido, supuseram que os conceitos de sólido, líquido e gasoso não são categorias obtidas por generalização empírica, sendo resultado da escolarização e da educação científica.

No estudo sobre a descrição dos materiais, Krnel, Watson e Glažar (2005) indicam que somente por volta dos 13 anos de idade as crianças utilizam os estados da matéria para

descrever as substâncias. De forma a agrupar as diferentes substâncias, independentes de seu estado físico, as crianças necessitam reconhecer as propriedades intensivas que se conservam em cada um dos estados da matéria. Além disso, esses autores sugerem que quando as crianças estão descrevendo e classificando objetos desconhecidos elas utilizam expressões como “isso parece com” ou “é similar a”. Nesses casos, elas estão ligando e comparando os objetos ou substâncias com o seu protótipo, sendo que isso pode estar relacionado com o início da formação do conceito de uma classe particular de substâncias. Os protótipos podem ser formados a partir das ações realizadas pelos objetos ou sobre eles. Assim, muitas crianças utilizam protótipos para classificar substâncias como líquidas ou gasosas. A água, por exemplo, é vista como a representante típica dos líquidos, possuindo propriedades de escorrer e sendo incolor. O ar ou o vapor d’água, como exemplo de gases, sendo por exemplo, úmidos e levados pelo vento.

O desenvolvimento do conceito de matéria é apresentado por Krnel, Glažar e Watson (2003). Uma vez que as crianças crescem e tem mais experiência ativa sobre o mundo, elas alteram suas maneiras de identificar e classificar os objetos, substituindo um critério que mescla propriedades intensivas e extensivas, por um critério mais fidedigno, que utiliza apenas as propriedades intensivas dos objetos materiais. Isso indicaria uma modificação da forma que as crianças vêem o mundo. Na medida que elas utilizam mais as propriedades intensivas, elas se tornam mais atentas para as propriedades intrínsecas da matéria, que são independentes da forma ou do tamanho dos objetos. Esses autores chamam esse reconhecimento de *substancialização* dos objetos.

No nível conceitual básico, a matéria é identificada conforme a variedade de propriedades comuns existente em alguma coisa. Algumas dessas propriedades intensivas podem ser determinadas por simples ações sobre os objetos, como por exemplo, escorrer, amassar, dobrar, cortar, levantar ou assoprar. Outras propriedades, como o ponto de fusão ou a condutividade elétrica, não fazem parte da experiência cotidiana das crianças. Assim, quando as ações simples (escorrer, amassar, dobrar, etc.) falham para identificar os pós e os agregados da mesma substância, as crianças são incapazes de perceber a conservação da matéria em diversas formas.

Por fim, esses autores, sugerem que o desenvolvimento do conceito de matéria, assim como o desenvolvimento de outros conceitos científicos, está ligado a todo o

desenvolvimento cognitivo das crianças e somente se manifestaria na época em que aparece o pensamento operacional concreto.

Em uma investigação, também sob inspiração piagetiana, com as transformação da matéria, Gómez, Benarroch e Marin (2006) estudaram as concepções de 43 estudantes, entre 9 e 22 anos de idade, para fenômenos físicos que envolviam: a dissolução de um sólido de cor amarela em água, a mistura de dois líquidos (álcool e água) envolvendo redução de volume e compressão de ar e de água em seringas. O dados evidenciados nessa investigação permitiram elaborar uma descrição das diferentes concepções dos estudantes em relação a natureza particulada da matéria, que, entretanto, está melhor descrita em Benarroch (2000).

O desenvolvimento dos níveis explicativos dos estudantes sobre a natureza corpuscular da matéria é descrito por Benarroch (2000) através de cinco níveis. O nível I é caracterizado por uma imagem contínua e estática da matéria. Os alunos desse nível são incapazes de atravessar a barreira do observável e, além disso, não compreendem a necessidade de dar explicações às mudanças da matéria. As coisas ocorrem por si só. Por exemplo, na observação da compressão do ar na seringa e da não compressão da água, os alunos dizem “isso é assim mesmo, o ar pode apertar, a água não”.

O nível II envolve modelos de matéria que seguem sendo contínuos, mas que passam a ser enriquecidos com elementos percebidos (bolhinhas, buracos, etc.) que são utilizados na explicação dos dados empíricos. A importância desses elementos percebidos é tanta que o modelo de matéria se modificará de uma substância a outra, sem prejuízos, com a finalidade de dar explicações às mudanças da matéria. E essa necessidade de explicação que diferencia esse nível do anterior. Por exemplo, um estudante pode conceber a água como um contínuo embutido de gotas e o ar como um contínuo de buracos, tentando explicar as diferenças de compressão.

O nível III constitui o primeiro da evolução conceitual que implica concepções corpusculares. Nesse nível, a matéria é formada por partículas, que são invisíveis, inclusive a nível microscópico. Portanto, as partículas já não mais estão relacionadas com a percepção, mais ou menos, direta, tal como ocorria no nível anterior. Entre as partículas há buracos que, na maioria das vezes, estão cheios de alguma outra substância. Na compressão, por exemplo, a substância dentro desses buracos é entendida com elástica.

No nível IV, além da existência das partículas na matéria, considera-se o vazio como sendo necessário entre elas. Essa é a diferença entre esse nível e o anterior, onde o vazio é rechaçado, evitado ou ignorado. Os buracos entre as partículas devem estar vazios, pois se houvesse algo entre elas, também seria formado por partículas e, assim, não haveria buraco entre as partículas.

Finalmente, o nível V coincide com o conteúdo acadêmico do ensino da natureza corpuscular da matéria. Portanto, nesse nível a matéria é concebida como um sistema de interação entre as partículas, movendo-se continuamente, sem nada entre elas, somente vazio.

Porém, como mostram diversos autores (Eichler, Parrat-Dayán e Fagundes, 2007a e 2000b, Nakhleh, Samarapungavan, Saglam, 2005) tanto adolescentes quanto adultos apresentam dificuldades na utilização de modelos corpuscular da matéria para explicar transformações físicas, como a dissolução ou a mudanças de estado da matéria.

Nakhleh, Samarapungavan, Saglam (2005) realizaram uma investigação, com 9 alunos que estavam finalizando o ensino médio, sobre as concepções de matéria e os fenômenos de mudanças de estado físico e de dissolução. Os resultados dessa investigação, indicam que a maioria dos estudantes entrevistados sabem que a matéria é composta de átomos e moléculas, entretanto, eles não conseguiram explicar de forma consistente as propriedades da matéria e seus processos baseados em seus conhecimentos sobre a composição particuladas dos materiais. Dessa forma, segundo essas autoras, a fragmentação das idéias dos estudantes de ensino médio sobre a matéria, provavelmente, reflete a dificuldade que eles tiveram em assimilar (e/ou acomodar) as características submicroscópico do conhecimento científico, apresentado através de instrução formal, em seus esquemas prévios de conhecimentos macroscópicos.

Nas conclusões de seu artigo, essas autoras sugerem que o caminho do desenvolvimento conceitual em química pode ser bastante diferente daquele de outros domínios, onde as crianças constroem modelos sintéticos após a instrução formal, como por exemplo, a astronomia. Tais diferenças podem estar relacionadas, em parte, ao amplo conjunto de substâncias, fenômenos e processos que a química explica. Além disso, essas autoras evidenciaram que a transição do nível macroscópico para o microscópico é difícil de ser realizada pelos estudantes.

A dificuldade de utilização dos conceitos escolares na interpretação das transformações da matéria, também, foi evidenciada em investigações empreendida com sujeitos adolescentes e adultos sobre as mudanças de estado da matéria (Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes, 2007a e 200b). Sob o aspecto estrutural, por hipótese, os sujeitos entrevistados possuiriam as estruturas dos pensamentos operatório concreto e operatório formal, necessárias para a solução do problema. Na tarefa que envolvia as mudanças de estado do éter (Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes, 2007a), evidenciou-se que a maior parte dos adultos antecipou e descreveu as mudanças de estado em um sistema fechado (destilador de Franklin), explicando-as com a utilização de modelos corpusculares. Entretanto, poucos foram os adolescentes que assim conceberam o deslocamento do líquido do balão aquecido para o balão resfriado. Mesmo assim, a maior parte dos adolescentes utilizou alguma idéia de evaporação para justificar o transvasamento, mas sem idéias de conservação de quantidade e de reversibilidade do processo (condensação), por exemplo. O fato de o vapor de éter ser invisível foi determinante para a dificuldade na interpretação da transformação e da mudança de estado. Em relação às características de conservação, esse experimento contém uma dificuldade que pode estar relacionada à generalização empírica da mudança de estado por evaporação. A evaporação e a condensação da água são os fenômenos empíricos mais próximos da experiência pessoal. Uma vez que a água é o protótipo de líquido e o vapor d'água o de estado gasoso, é difícil para o sujeito conceber um estado gasoso (ou de vapor) que não seja perceptível pelos sentidos visuais ou olfativos. Talvez isso possa justificar que alguns adultos tenham tido dificuldade em relacionar o transvasamento com as mudanças de estado da matéria (evaporação e condensação). Além do mais, notou-se que os conhecimentos escolares dos adultos, muitas vezes, não foram operacionais, aparecendo algumas vezes em frases isoladas e de forma imprecisa e mal-organizada, por exemplo, na evaporação do líquido sugeriram que o volume aumentaria porque os próprios corpúsculos dilatariam.

Por sua vez, a interpretação das mudanças de estado por sublimação do iodo (Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes, 2007b) foi dificultada por outras características perceptíveis. A tarefa consistia no aquecimento de iodo sólido em um tubo de ensaio aberto, com posterior arrefecimento e reaquecimento. Nessa tarefa, são muitas as características perceptíveis e de conservação que intervêm na compreensão das mudanças de estados físicos, entretanto é preciso ressaltar que as diferenças de cor do sólido

(acinzentado) e do fluído (violáceo) orientaram fortemente a organização do pensamento do sujeito. Assim, em relação à conservação, esse experimento contém uma dificuldade que pode estar relacionada à generalização empírica da mudança de estado por sublimação. A fusão do gelo, a evaporação e a condensação da água são os fenômenos empíricos mais próximos da experiência pessoal. Portanto, é difícil para o sujeito conceber um estado gasoso (ou de vapor) que seja perceptivamente tão diferente do estado líquido. Em geral, as substâncias quando mudam de estado físico, não mudam de cor. No caso do iodo, sim. Sólido ele é acinzentado, gasoso, violáceo. A densidade e a fluidez do violáceo também chegou a ser um problema para a organização do pensamento, uma vez que a fluidez é uma característica típica dos líquidos, a cor violeta, muitas vezes, foi interpretada como sendo de um líquido. Além do mais, o próprio fenômeno de sublimação não é empiricamente generalizável. Na solução deste problema, portanto, a questão do concreto, da generalização empírica, não foi suficiente. Esse tipo de tarefa, que continha fenômenos novos e inesperados pelo sujeito, solicita muito da criatividade dos sujeitos. Uma vez que a percepção do fenômeno foi muito distante da experiência física dos sujeitos para as mudanças de estado da matéria, houve dificuldade em utilizar idéias de conservação da substância. Dessa forma, foram esboçados muitos modelos por parte dos sujeitos, incluindo tanto idéias de extração de essências ou decomposição da substância, bem como de reações com o calor ou com o ar.

A partir do resultado dessas investigações, Eichler, Parrat-Dayán e Fagundes (2007a e 2007b) sugeriram que, na resolução de problemas, cotidianos ou de tarefas de pesquisa, é o conhecimento que faz as estruturas do pensamento funcionarem. As estruturas são necessárias, mas não são suficientes, muitas vezes é preciso algum conhecimento escolar. Pode-se dizer que, em relação aos problemas sobre as explicações causais, sob o ponto de vista piagetiano, há nas evidências dessas pesquisas uma certa novidade: se não se tem (ou não são operacionais) certos conhecimentos que são ensinados (como modelos corpusculares na explicação das mudanças de estado da matéria e a modificação da aparência nos diferentes estados da matéria), os problemas que necessitam deles não são resolvidos ou devidamente justificados.

Conforme Benarroch (2000) aprender ciências é um processo gradual durante o qual as estruturas e esquemas conceituais iniciais são continuamente enriquecidos e

reestruturados. Dessa forma, a investigação sobre a aprendizagem de ciências implica, ao menos, ter o conhecimento sobre:

- a) como evolui, com o desenvolvimento e a experiência, o conhecimento do aluno em um domínio específico;
- b) que mecanismos e obstáculos cognitivos facilitam ou dificultam essa evolução;
- c) como influi a instrução específica na evolução conceitual “natural”; e, por último;
- d) como influem as interações sociais, bem como outros fatores ambientais do ensino, na evolução conceitual “natural” e “induzida”.

Essa autora sugere que a distância entre as investigações com os objetivos do *tipo a* e as com objetivos do *tipo d* é a mesma que existe entre a Psicologia do Desenvolvimento e o domínio próprio da Didática das Ciências.

Nesse sentido, dedicamos os próximos parágrafos a demonstrar, ainda que de maneira insuficiente, os fundamentos da teoria de Jean Piaget para a pesquisa em educação em ciências. Conforme Parrat-Dayan e Tryphon (1998), é precisamente no campo da pedagogia que Jean Piaget é o mais frequentemente citado. No entanto, quando se examina mais de perto o conteúdo dessas referências, percebe-se que tratam exclusivamente de sua obra psicológica. Assim, “os escritos de Piaget sobre educação permanecem praticamente ignorados” (p.7). Segundo essas autoras, os artigos pedagógicos de Piaget sustentaram, de 1930 a 1970, seu ponto de vista epistemológico e sua posição construtivista e interacionista. Nesse sentido, duas foram as temáticas fundamentais desses textos: a atividade do sujeito, por um lado; e o papel do professor e a importância do material e das situações experimentais, por outro.

Ainda que não seja esse o enfoque de nosso artigo, trazemos aqui alguns excertos de seus textos sobre o ensino de ciência e sobre o trabalho em grupos, assuntos que estão relacionados com a análise da elaboração conceitual, em realidade escolar, que realizamos. Em relação ao ensino das ciências naturais, Piaget (1949/1998b) sugere que cabe à própria criança observar e experimentar, ou seja:

“Em outras palavras, (...), a criança não deveria permanecer passiva e receptiva, mas deve estar a cada instante livre para desenvolver por conta própria todos os recursos da experimentação e do método indutivo (...). Porém, no próprio terreno da experimentação concreta, ainda existem duas

maneiras de conceber a relação do professor com a criança e desta com os objetos sobre os quais incide sua ação. Uma é preparar tudo, de tal modo que a experiência consiste numa espécie de leitura compulsória e totalmente regulada de antemão. A outra, é provocar no aluno uma invenção das próprias experiências, limitando-nos a fazer com que tome plena consciência dos problemas, que em parte ele mesmo já se coloca, e a ativar a descoberta de novos problemas, até fazer dele um experimentador ativo que procura e acha as soluções, por meio de inúmeras tentativas talvez, mas por seus próprios meios intelectuais” (p. 179).

Em relação às estratégias de ensino, Piaget (1935/1998a) chama bastante atenção ao trabalho em grupo, porque “a solidez do saber é função da atividade dispensada para sua assimilação e o trabalho em grupo é, em princípio, mais ‘ativo’ que o trabalho puramente individual” (p. 149-150). Além disso, ao enfatizar o trabalho em grupo no ensino de ciências naturais sugere que:

“a experimentação se completa pela discussão conjunta, a redação ou o desenho nos cadernos de observação convoca a colaboração dos pesquisadores, em suma, o exercício das operações constitutivas do saber supõe essa cooperação intelectual que é o meio necessário para a organização das próprias operações individuais. É aqui que o papel do professor volta a ser central, enquanto animador das discussões, depois de ter sido o instigador, junto a cada criança, da apropriação desse admirável poder de construção intelectual que toda atividade real manifesta” (Piaget, 1949/1998b, p. 180).

A relação entre a concepção construtivista do conhecimento e a aprendizagem escolar, desde um ponto de vista piagetiano, pode ser encontrado em diversos autores genebrinos (Bovet, Parrat-Dayán e Vonèche, 1989; Parrat-Dayán, 2003).

Conforme Bovet, Parrat-Dayán e Vonèche (1989), algumas vezes Piaget chamou sua posição de *construtivista* para capturar o sentido em que a criança deve produzir e reproduzir os conceitos básicos e as formas lógicas de constituem o pensamento e a inteligência. Nesse sentido, deve-se dizer, Piaget preferia falar que a criança está *inventando*, ao invés de *descobrendo* idéias. Parrat-Dayán (2003) aponta que o aluno como sujeito é sempre o autor de seu próprio conhecimento. Nas situações escolares, como em

outras, é o sujeito quem escolhe, verifica, ajusta, elimina, coordena, organiza e reorganiza os dados que ele pode assimilar.

Segundo Parrat-Dayan (2003), a aprendizagem escolar não pode ser entendida como uma recepção passiva do conhecimento, mas como um processo ativo de elaboração. Por isso, o construtivismo, o relativismo e o interacionismo, quando aplicados ao processo de aquisição de conhecimentos, são características importantes da aprendizagem escolar. Além disso, ela ressalta que a teoria de Piaget estudou a gênese de noções e conceitos que se relacionam com alguns conteúdos escolares, principalmente nas áreas da matemática e da física. Dessa forma, essa teoria se torna interessante para a educação em ciências, por exemplo.

Quando se trata de compreender os mecanismos de aquisição próprios das situações educativas, conforme Parrat-Dayan (2003), a teoria genética de Piaget é interessante por que ela explica o processo de interiorização por meio de mecanismos individuais (por exemplo, tomada de consciências, equilibração, abstração e generalização). Segundo Piaget (1977 e 1978), o processo de interiorização é inseparável do processo de exteriorização. Se por meio da interiorização o sujeito constrói conhecimentos internos cada vez mais estáveis, móveis e fora dos dados da percepção, o processo de exteriorização permite ao sujeito aprofundar cada vez mais as propriedades dos objetos e de seus relacionamentos. Nesse sentido, a exteriorização pode ser, também, entendida como um processo de explicitação dos conhecimentos. Dessa forma, o contexto social tem um papel decisivo no processo de explicitação, que implica uma possibilidade maior de comunicação e de partilha com as outras pessoas. Portanto, o processo de exteriorização tem um importante papel na construção de conhecimentos e está ligado à interação social (Parrat-Dayan, 2003).

Porém, a autora comenta algumas das dificuldades de aplicação da teoria de Piaget à educação, entendendo que tal aplicação é problemática devido à complexidade do fenômeno educativo, que compreende múltiplas facetas, o que impediria que a educação tivesse como base apenas as teorias psicológicas. Além disso, a forma de favorecer uma atividade construtiva no aluno varia conforme o conteúdo da aprendizagem, a complexidade dos esquemas de assimilação anteriores do aluno e segundo outros fatores de natureza diversa, como os motivacionais e institucionais, que condicionam a atualização e a realização das tarefas escolares.

Conforme Bovet, Parrat-Dayan e Vonèche (1989), as situações envolvendo o ensino e a aprendizagem de noções causais se constituíram uma ótima oportunidade para analisar, experimentalmente, o papel da interação no desenvolvimento cognitivo.

Nessas pesquisas sobre os métodos de aprendizagem em relação à explicação causal (Parrat-Dayan, 2001; Bovet, Parrat-Dayan e Vonèche, 1987a e 1987b), a tarefa proposta envolve o rebote de bolas contra paredes de materiais diferentes. Foram utilizados três materiais, que amplificam de maneira distinta os efeitos da compressão molecular consecutivas ao choque da bola contra a parede: a goma-espuma amplifica os efeitos da elasticidade; a plasticina amplifica os efeitos de não elasticidade; e o marfim de uma bola de bilhar, assim como o cimento de uma parede, apresenta efeitos de elasticidade que não são vistos mas que são dedutíveis. Os objetos apresentados à criança foram três bolas e três paredes desses materiais. Solicitou-se à criança explicar porque algumas bolas retornam e outras não quando eram lançadas horizontalmente contra uma parede.

Em uma das experiências, foi utilizado um método de aprendizagem chamado de “diálogo-dialético” (Bovet, Parrat-Dayan e Vonèche, 1987a). Esse método se caracteriza por um modo particular de intervenção do experimentador, que sugere ao sujeito uma série de informações e de explicações contradizendo, apoiando ou completando as suas afirmações. Ou seja, esse método está baseado sobre a reciprocidade de informação e de explicação entre a criança e o experimentador, que colaboram na construção de um pensamento comum. Tal método, ainda, constitui-se uma extensão generalizadora das contra-sugestões piagetianas, no sentido de que o experimentador oferece sugestões de explicação à criança, entrando em relação dialética com ela.

Os autores tinham como hipóteses que a confrontação de argumentos explicativos permitiria um melhor discernimento do real e que uma explicação complementar àquela do sujeito poderia suscitar um progresso no seu comportamento cognitivo.

Dois tipos de informações foram dados à criança: aquelas que se baseavam sobre as propriedades do objeto pertinente à resolução do problema e outras que sugeririam explicações parciais e locais necessárias à resolução final do problema por uma explicação causal coerente e geral. Essas informações seriam utilizadas pelas crianças apenas na medida em que elas correspondem, ao menos parcialmente, aos conhecimentos anteriores da questão e ao nível de seu desenvolvimento cognitivo.

Os resultados obtidos nessa pesquisa demonstraram que a maioria das crianças progrediu entre o pré e o pós-teste e que isso não se deu por simples repetição das explicações propostas pelo experimentador. Ao contrário, pôde-se mesmo observar uma elaboração cognitiva pessoal por parte da criança.

Outra experiência, que se valeu dos mesmos objetos e materiais, utilizou o método de aprendizagem conhecido por conflito cognitivo (Bovet, Parrat-Dayán e Vonèche, 1987b). Esse método consiste em provocar situações conflitivas entre as antecipações e as explicações do sujeito e as propriedades do objeto e o seu comportamento. Por hipótese, essas situações deveriam provocar no raciocínio do sujeito perturbações suscetíveis de serem fontes de ultrapassagem.

Entretanto, os dados obtidos na investigação com crianças entre 10 e 12 anos, através da comparação dos pré e pós-testes, não permitiram confirmar tal hipótese. Ou seja, as contradições – introduzidas pelo experimentador – encontradas ao logo da experiência não incitam os sujeitos a procurar explicações mais elaboradas e melhor coordenadas. Nesse sentido, foi realizada uma experiência de controle, com adolescentes, entre 15 e 17 anos, e com adultos. A experiência controle relevou que nesses sujeitos, onde se manifesta o pensamento formal, o problema da elasticidade invisível é resolvido.

Disso, pôde-se concluir que o método de aprendizagem baseado sobre o conflito cognitivo permitiu pôr em evidência o papel do objeto na construção de uma explicação causal, que embora necessário, não é suficiente.

Porém, Parrat-Dayán (2003) pondera que, quando se trata de aplicar a psicologia genética à educação, percebe-se que faltam estudos sobre a construção de conhecimentos escolares específicos e sobre a maneira como os alunos constroem progressivamente tais conteúdos. Esses conhecimentos seriam importantes para os professores, pois é necessário conhecer os procedimentos pelos quais o aluno vai se aproximando dos conteúdos escolares para que ele possa intervir de maneira eficaz na aquisição dos mesmos.

Nas investigações realizadas por Moro (1991a, 1991b e 2000) estão relacionadas à aprendizagem de noções fundamentais à matemática, envolvendo a interação entre alunos e professor em pequenos grupos. Conforme Moro (2000), abordado a interação social na aprendizagem, a execução de tarefas com outros em um pequeno grupo (de cerca de três sujeitos), com orientação de um professor, é condição, no mínimo necessária, para a

ocorrência de confrontos de realizações e pontos de vista diferentes ou opostos dos parceiros sobre os conceitos a serem aprendidos.

Conforme Moro (1991a), os pequenos grupos surgem como alternativa interessante, especialmente para salas de aula com muitos alunos, sobretudo quando as turmas numerosas são consideradas, pelos professores, como obstáculo à introdução de inovações pedagógicas, como é o caso da proposta curricular (Samrsla, Guterres, Eichler e Del Pino, 2007) da qual essa análise é derivada.

Além do mais, ainda segundo essa autora, em tarefas verbais, a participação mediadora do professor é mais necessária, pois é dele que devem vir as expressões, as formulações lingüísticas das relações envolvidas na tarefa, para que os alunos as retomem, as reinterpretem, as compreendam e as apliquem. Se por um lado, é o professor que detém, via linguagem, a representação e a organização formal dessas relações, que são reelaboradas pelos alunos na construção de tais relações, por outro lado, os alunos esperam esse tipo de conduta do professor.

Nesse sentido, Moro (1991a) sugere como questão de investigação: se o papel das interações sociais é necessário à construção cognitiva, como elas interferem e se combinam com as estratégias das crianças na solução das tarefas nas situações de interação?

Dessa forma, Parrat-Dayan (2003) sugere que a análise da interatividade, entre professor e alunos, pode ser realizada a partir da consideração de uma série de elementos, tais como os objetivos, os conteúdos e as percepções mútuas, por exemplo. Assim, a autora entende que a teoria genética piagetiana pode contribuir para a análise de problemas significativos relacionados à aprendizagem escolar, tais como: os processos de aprendizagem, os erros dos alunos e seus desequilíbrios, por exemplo.

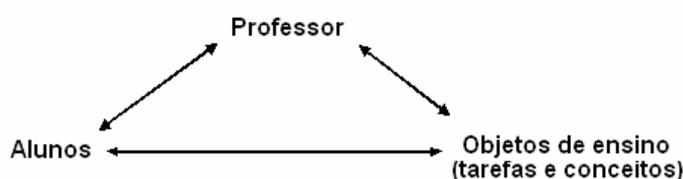
Metodologia

Como anunciado, este é um estudo de caso sobre a elaboração conceitual, em realidade escolar, de noções de conservação da matéria. Segundo Moro (2000), a análise de casos da interação social durante a aprendizagem, permite verificar semelhanças e diferenças entre ocorrências do fenômeno estudado. São essas semelhanças e diferenças que, interpretadas, permitem melhor conhecer o que está em estudo.

Nesse sentido, o que buscamos, a partir da análise dos dados, é a compreensão do fenômeno e não a comparação experimental entre manifestações do mesmo. Assim,

pretendemos evidenciar a natureza das condutas cognitivas dos sujeitos, tais como, por exemplo, suas estratégias cognitivas, as resistências de integração dos dados percebidos aos seus esquemas prévios e os esboços explicativos elaborados e utilizados na compreensão das tarefas.

Perret-Clermont (1994) sugere que a análise da situação didática é um episódio social no qual o professor, como organizador da situação, desempenha um papel fundamental na interpretação que os alunos fazem da situação e do problema que lhe é apresentado. Além disso, enfatiza que a situação de ensino, tem como características essenciais o seu desenrolar em torno de um objeto de discurso particular. Assim, sugere um modelo tripolar de interação professor/alunos/objeto de discurso:



Portanto, impõe-se a necessidade de analisar o sistema das inter-relações dos indivíduos entre si (alunos e professor) e com o objeto do saber, em um modelo tripolar e não bipolar (do tipo sujeito/objeto).

A coleta de dados foi realizada durante o acompanhamento da implementação de uma proposta curricular inovadora (Samsrla, Guterres, Eichler e Del Pino, 2007). Foram coletados dados em quatro turmas do primeiro ano do ensino médio, na disciplina de química. As turmas possuíam 3 horas-aula de química por semana, em um total de 120 horas-aula no ano letivo. Durante o desenvolvimento da proposta, um grupo de alunos em cada turma, considerado exemplar em relação aos demais grupos, foi acompanhado no transcorrer do ano letivo, visando evidenciar a elaboração conceitual de noções fundamentais à química. As atividades desses grupos de alunos foram gravadas em vídeo e seus materiais escritos fotocopiados. Um desses quatro grupos, considerado, também, exemplar em relação ao demais, foi escolhido para ter suas gravações transcritas.

Assim, nossos sujeitos são quatro meninas, BRU, MAI, ITE, MIL, na época alunas da primeira série do ensino médio de uma escola pública do centro de Porto Alegre, com idades entre 15 e 17 anos. Elas compuseram um pequeno grupo que participou das atividades em sala de aula durante todo o ano letivo. O professor que orientou e participou das discussões do grupo é o primeiro autor deste artigo.

As situações de ensino que são analisadas neste artigo, que ocorrem entre 30 de maio e 13 de junho de 2006, envolveram 4 horas/aula. As tarefas apresentadas aos alunos nessas situações de ensino foram as seguintes:

- a) *Expansão do ar sob aquecimento* (1 hora/aula): a atividade consiste em aquecer um frasco de vidro que possui um balão de festa preso ao seu bocal. Com o aquecimento o balão infla. Antes de iniciar o procedimento os alunos são questionados se existe alguma coisa dentro do frasco, buscando investigar se eles conseguem perceber o ar como uma substância presente no mesmo. Durante o aquecimento outras questões são formuladas para que os estudantes descrevam o que está ocorrendo com o sistema. Utilizando a idéia que as substâncias são formadas por partículas, solicita-se que os alunos façam desenhos representando as partículas de ar no sistema, antes e depois do aquecimento.
- b) *Mudanças de estado do éter em sistema fechado* (1 hora/aula): nessa tarefa dois balões de destilação são conectados por um tubo de vidro, formando um sistema fechado, chamado de destilador de Franklin. Um balão contém éter (para os alunos é mencionado como líquido incolor). Cada balão desse sistema é mergulhado em um frasco. Aquele que contém o éter é mergulhado no frasco que tem água quente e o outro que tem ar é mergulhado no frasco que contém água gelada. Desse modo, o éter evapora no balão aquecido e condensa no balão resfriado. Antes da realização do experimento, pergunta-se aos alunos o que eles prevêem que possa ocorrer com o sistema. Durante o experimento, eles devem anotar suas observações, descrevendo o que ocorre com o sistema. Ao final, solicita-se que eles expliquem as transformações ocorridas. Essa atividade é realizada de forma demonstrativa pelo professor, devido aos vapores de éter, que ao desenvolvê-la questiona os alunos a respeito de seu entendimento sobre o processo, de modo a auxiliá-los na elaboração da explicação final, envolvendo o modelo corpuscular da matéria.
- c) *Sublimação do iodo* (2 horas/aula): a atividade consiste no aquecimento de alguns grãos de iodo sólido dentro de um balão de vidro com haste longa. O iodo sólido sob aquecimento sublima, formando um vapor violáceo, que ao entrar em contato com as paredes frias do balão, cristaliza (ressublimação).

Antes da realização do experimento os alunos devem descrever o aspecto do sólido e fazer previsões sobre o que ocorrerá quando o sólido for aquecido, dando explicações para sua resposta. Esse experimento, também por motivos de segurança, é feito de forma demonstrativa pelo professor, que durante o processo chama a atenção para determinados acontecimentos importantes no mesmo, questiona os alunos sobre suas observações e instiga os mesmos a proporem explicações para o que está ocorrendo. Em seguida os alunos respondem perguntas referentes ao processo de aquecimento e de resfriamento do sistema, sobre as características das substâncias presentes e sua quantidade. Essas perguntas têm por objetivo que os alunos discutam suas compreensões sobre os fenômenos, incluindo a conservação da quantidade de matéria (massa) e a conservação da substância. Por fim, solicita-se que os alunos façam desenhos representativos das partículas constituintes dos materiais e utilizem-nos para explicar os fenômenos ocorridos no sistema.

Com o objetivo de evidenciar as concepções espontâneas dos alunos, bem como a elaboração conceitual das noções de conservação da matéria, foram analisadas algumas seqüências das situações de ensino transcritas.

Resultados e Discussões

Os resultados serão apresentados seguindo a ordem de realização dos experimentos em sala de aula, conforme descrito na metodologia. As seqüências de ensino que serão apresentadas tiveram como objetivo apoiar a elaboração conceitual das noções de conservação da substância e de conservação da quantidade da matéria envolvidas nas mudanças de estado da matéria. Embora aqui apresentemos apenas as seqüências de ensino de três experimentos ressaltamos que outras atividades foram realizadas pelos grupos, tanto antes como depois desses experimentos. A análise dessas outras seqüências de ensino será tema de outros artigos que estão em preparação. Além disso, a escolha desses experimentos se justifica por serem os mesmo realizados na tese de doutorado de um dos autores, conforme pode ser encontrado em Eichler, Parrat-Dayán e Fagundes (2007a e 2007b). Pretende-se mostrar a evolução da compreensão dos estudantes sobre os diferentes fatores intervenientes na ocorrência dos fenômenos envolvendo transformações da matéria, que foram realizados nesta investigação.

As seqüência de 1 a 4 estão relacionadas com a expansão do ar sob aquecimento. O objetivo didático desse experimento, realizado com o grupo de alunos, foi evidenciar e mobilizar os esquemas e as concepções prévias que possuíam os estudantes, bem como avaliar a utilização que eles faziam do modelo corpuscular da matéria, apresentado pelo professor em aulas anteriores.

As seqüências de 5 a 8 estão relacionadas com as mudanças de estado do éter. As mudanças de estado físico podem ser caracterizadas pela conservação da substância, onde também há a conservação da quantidade da matéria (conservação de massa). Esse experimento foi um dos realizados durante a última fase de pesquisas desenvolvida por Piaget (1971), dedicada às explicações causais do sujeito para fenômenos físicos. As concepções de adolescentes e de adultos para essas transformações, bem como uma revisão sobre alguma parte desse período da obra de Piaget podem ser encontrados em Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes (2007a). Uma vez que a água é o protótipo de substância líquida, o vapor de água (que é visível) de substância gasosa e a evaporação e a condensação são os protótipos das transformações físicas que sobre os líquidos, esse experimento traz uma dificuldade para os alunos devido ao vapor de éter ser invisível. Portanto, o objetivo didático desse experimento foi evidenciar essas diferenças perceptíveis existentes na transformação da matéria com conservação da substância e provocar o debate entre os alunos sobre a aplicação dos modelos corpusculares na interpretação de fenômenos de mudanças de estado da matéria.

Finalmente, as seqüências de 9 a 16 estão relacionadas à sublimação do iodo. Esse experimento foi realizado por Stavy (1990a e 1990b) e replicado com adolescentes e adultos por Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes (2007b). Esse experimento também traz dificuldades perceptíveis aos sujeitos, uma vez que os estados físicos da matéria são visivelmente muito diferentes. No estado sólido, o iodo é acinzentado. No estado gasoso, é violáceo. Além disso, o fluído é mais denso que o ar, o que traz uma dificuldade adicional em relação ao escorrimento da substância gasosa. Por fim, o próprio processo de sublimação, em geral, não é uma transformação que está ao alcance da vivência extra-escolar dos alunos ou que possa ser compreendida por generalização de fenômenos cotidianos. O objetivo didático desse experimento, portanto, foi o mesmo do anterior.

Seqüência 1:

Experimento com a expansão do ar, sob aquecimento. Essa seqüência permite evidenciar a concepção espontânea dos estudantes em relação ao fenômeno observado, o enchimento do balão. MIL interpreta que o ar foi impulsionado para o balão de festa, deslocando-se desde a parte de baixo do balão de vidro, sob aquecimento. Ao final da seqüência MIL se questiona sobre essa sua interpretação do fenômeno. As alunas não utilizam nessa seqüência o modelo corpuscular da matéria para interpretar o fenômeno. Por outro lado, registramos nessa seqüência um diálogo entre MIL e BRU em relação ao preenchimento do questionário entregue pelo professor, no sentido de mostrar um pouco a dinâmica envolvida no grupo, no qual essas duas alunas realizavam a maior parte das intervenções, bem como dificuldades de outras naturezas, como o domínio do vocabulário e da escrita.

MIL: *“Olha BRU, a próxima [pergunta feita no questionário entregue pelo professor]. Por que o balão de festa ficou inflado? Eu acho que a temperatura impulsionou o ar que estava dentro do frasco e encheu o balão”.*

BRU já vai falando antes de MIL terminar: *“É tá, tá, é isso aí”.*

BRU [enquanto está escrevendo a resposta]: *“Impulsionadas, existe esta palavra?”.*

MIL: *“Hã?”.*

BRU: *“Impulsionadas, existe esta palavra?”.*

MIL: *“Claro que existe, né”.* [depois fica observando BRU escrever].

ITE: *“Deu BRU?”.*

BRU olha para o relógio

MIL: *“Só falta tu colocar que foi impulsionada para dentro do balão”.*

BRU balbucia algo

MIL: *“Ficaria mais claro”.*

BRU: *“Deu, deu”.*

BRU [lendo sua resposta, sugerida por MIL, que seria a mesma aceita por todo grupo de alunas]: *“Porque a alta temperatura fez com que o ar que estava no interior do balão fosse impulsionado, fazendo o balão inflar”.*

MIL: *“Fosse impulsionado para onde? É isso que eu estou querendo dizer”.*

BRU e MIL comentam mais alguma coisa que não foi possível transcrever porque ITE estava gritando, que termina MIL: *“...até pode ser”.*

Seqüência 2:

Essa seqüência registra o diálogo entre o professor e as alunas, enquanto elas respondem outra parte do questionário. A questão solicita que seja feita uma representação que auxilie a explicação do fenômeno, envolvendo o modelo de partículas, enunciado em aula pelo professor. Na folha de questionário há dois desenhos, com o sistema antes e depois do aquecimento. Em cada um desses desenhos há um *zoom* de uma área do balão de vidro, no qual seriam desenhadas as representações envolvendo as partículas. BRU confirma a sua concepção espontânea, ela entende que a maior parte do ar foi deslocado

para o balão de festas, e resiste em modificá-la. MIL modificou sua concepção, já pressupõe um espalhamento do ar entre os balões de vidro e de festa. O professor faz questionamentos ao grupo procurando interpretar e desequilibrar a concepção espontânea expressa por BRU. Discute-se a conservação da quantidade da matéria, onde ao final o professor afirma essa conservação. Novamente, ainda não é utilizado o modelo corpuscular para explicar o fenômeno.

PROFESSOR: “*Bom, foi para cima e não tem mais ar em baixo?*”..

BRU: “*Tem mas..*”. MIL interrompe

MIL: “*Olha aqui*”. [indicando o desenho do sistema sob aquecimento e mostra que desenharam as partículas].

PROFESSOR: “*Tem tá*”.

MIL: “*Tem poucas, mas tem* [referindo-se as partículas desenhadas]”.

PROFESSOR: “*Tá, era isso que eu queria saber*”.

BRU [apontando para o desenho do sistema sob aquecimento]: “*Tem mais ar aqui* [no balão de festas] *do que aqui* [no balão de vidro]”.

MIL: “*Não!?*”.

PROFESSOR: “*Não? Aqui e aqui* [apontando para o balão de festas e para o balão de vidro, ambos na representação do sistema aquecido] *tem a mesma quantidade de ar, né?*”..

BRU: “*Tá, e aqui?*”. [indicando a representação do sistema antes do aquecimento].

PROFESSOR: “*Aqui* [balão de vidro na representação do sistema antes do aquecimento] *está toda a quantidade de ar, mas está restrito aqui* [balão de vidro], *certo?*”..

MIL: “*Ah-ham*” [interjeição afirmativa].

PROFESSOR: “*Então, aqui e aqui* [indicando o balão de vidro e balão de festa na representação do sistema aquecido] *tem a mesma quantidade de ar, só que restrito a tudo isso aqui* [indicando todo o sistema aquecido]”.

MIL: “*Pois é, está certo então?*”..

PROFESSOR: “*Tá..*”..

Seqüência 3:

Outra parte do diálogo entre professor e alunas sobre a representação e o desenho das partículas na interpretação do fenômeno. O professor questiona sobre os tamanhos diferentes das partículas desenhadas, maiores no sistema sob aquecimento. MIL manifesta a idéia que as partículas poderiam ser visíveis, talvez enfatizando a dificuldade em utilizar idéias que se relacionam a uma escala submicroscópica. BRU diz para considerar todas as partículas do mesmo tamanho, talvez por se adiantar à crítica do professor relacionada à dilatação das partículas. Nesse momento o professor poderia ter continuado questionando a concepção sobre o tamanho das partículas dos alunos, apesar de o período dessa aula estar terminando e os alunos se preparando para o intervalo.

PROFESSOR: “*Tá, mas por que tem umas bolinhas maiores e umas bolinhas menores?*”..

BRU: “*Ai, porque..*”. MIL interrompe

MIL com voz hilária: “*Porque as partículas que nós vimos, que a gente olhou..*”. ITE interrompe par ficar gozando do modo como MIL fala.

BRU: “*Ô, professor! Faz de conta que é tudo do mesmo tamanho*”.

PROFESSOR: “Então escreve que são do mesmo tamanho”.

Seqüência 4:

Essa é a última seqüência sobre a expansão do ar sobre aquecimento. As alunas estão discutindo a resposta para a última pergunta do questionário. Ao explicar o fenômeno BRU diz que as partículas com o aquecimento vão se espalhar e inflar o balão. Ou seja, a quantidade e as características das partículas continuam as mesmas, o que muda é o espaçamento entre elas. Portanto, de acordo com essa seqüência é possível dizer que as alunas conseguem aplicar o modelo corpuscular na interpretação do fenômeno de expansão do ar sob aquecimento. Embora, na última intervenção de MIL ainda haja a declaração de um deslocamento vertical, sugerindo que a utilização do esquema de espalhamento das partículas, de acordo com o modelo corpuscular, ainda não estaria suficientemente equilibrado, ou acomodado.

BRU: “Aqui assim, ô [lê a última questão] utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias, explique como o balão de festas ficou inflado?”..

BRU complementa logo depois: “São pequenas partículas, mas são muitas”.

BRU fica escrevendo e MIL conferindo o que ela escreve.

Enquanto tudo isso MAI e ITE ficam falando e olhando fotos.

MIL comentando a resposta que BRU escreveu: “São pequenas partículas, mas são muitas. Com o aquecimento as partículas. Não seriam de ar aqui? Não teria que dizer do que eram?”.

BRU: “É lógico que eram de ar, não precisa dizer”. Mesmo com esse comentário BRU apaga a folha e escreve partículas de ar na resposta.

MIL: “Eu acho assim. Se espalharam subiram do frasco até o balão inflando-o”.

Seqüência 5:

Essa é a primeira seqüência que é destacado diálogo sobre as mudanças de estado do éter em sistema fechado. Essa aula foi realizada nove dias depois da aula em que foi discutida a expansão do ar sob aquecimento. O diálogo, com a intervenção do professor, ocorre depois que ele demonstra o experimento. As alunas são questionadas sobre a descrição do fenômeno, desaparecimento do líquido incolor que estava no balão em aquecimento e aparecimento de um líquido incolor no balão submerso em água gelada. BRU comenta em sua resposta que o líquido vai evaporar, movendo-se para o outro lado e se concentrando lá. Portanto, a aluna utiliza a idéia de evaporação para justificar o fenômeno, ainda que tenha dificuldade em atribuir uma causa para o mesmo, supondo alguma influência do ar nesse processo. BRU também manifesta uma idéia de que o gás pode ser invisível. Nessa declaração inicial não é aplicado o modelo corpuscular para justificar o fenômeno.

BRU [lê a resposta que escreveu em seu questionário]: *“Eu coloquei assim. Acho que o líquido incolor vai evaporar movendo-se para o outro balão se concentrando lá, pois a água estará fria”.*

PROFESSOR: *“Tá, mas por que ele consegue se mover de um lado para o outro? [pausa] Vocês estão vendo alguma coisa aqui?”..*

BRU: *“Ai... Por causa do..., do..., do ar dentro do..., do recipiente. Ou sei lá”.*

PROFESSOR: *“Pois é, isso que nós estamos tentando investigar, por que será? A gente consegue ver ele passando daqui para lá?”..*

BRU e ITE: *“Não”.*

BRU: *“Não, pois ele está na forma de gás”.*

MAI: *“É”.*

Seqüência 6:

Nessa seqüência o professor provoca a discussão sobre a causa do fenômeno. O diálogo se dá somente em relação aos fenômenos. Fala-se sobre evaporação, mas não se declara a idéia de condensação na reversibilidade do processo. BRU chega a sugerir que uma parte do líquido é arrastada no transvasamento do líquido. BRU utiliza uma analogia com uma situação real com a intenção de auxiliar a sua descrição do processo do processo de evaporação. As alunas não aplicam o modelo corpuscular para justificar as transformações. Também não utilizam o esquema de espalhamento que foi evidenciado na seqüência 4. BRU manifesta impaciência com as perguntas do professor sobre a causa do fenômeno.

BRU: *“Tá, mas qual foi a pergunta que o senhor me fez, que eu não respondi?”..*

PROFESSOR: *“Como ele passa de um lado para o outro?”..*

BRU: *“Eu disse por era que tinha gás”.*

[Parte inaudível na gravação].

BRU: *“O líquido. Assim, ô, professor! O líquido incolor está passando de um lado para o outro, porque a água, não, o líquido está evaporando, se transformando em gás e vai passar para o outro lado e lá vai ficar porque a água está gelada e ele não vai evaporar”.*

PROFESSOR: *“Tá. Mas... Quando ele chega aqui assim [balão submerso na água gelada], chega na forma de quê?”..*

BRU: *“De gás”.*

PROFESSOR: *“De gás”.*

BRU: *“E com a água”.*

PROFESSOR: *“E por que ele fica líquido ali?”..*

BRU: *“Porque a água está gelada, está fria”.*

PROFESSOR: *“Porque o recipiente está frio então, é isso?”..*

BRU: *“Isso”.*

PROFESSOR: *“Mas, por... Então quando está frio vai virar líquido novamente?”..*

BRU: *“Isso”.*

PROFESSOR: *“Tá, e agora?”..*

BRU: *“O que acontece quando está calor? A água dos mares evapora e daí forma as nuvens e chove água líquida”.*

MIL fala algo que não foi possível captar no áudio

PROFESSOR: *“Só que agora, aqui assim... Como ele vai passar de um lado para o outro? [indicando com os dedos o caminho de um balão pra o outro]”.*

BRU: *“Porque... Ai, meu deus! Está difícil, ele não entende! Tem que ensinar para ele”.*

PROFESSOR: “Não, eu quero ter certeza que vocês elaborem... Vocês estão dizendo que o vapor passa de um lado para o outro. E como é que ele passa de um lado para o outro?”..
 BRU: “Professor, olha só! A água quente está aquecendo o líquido, incolor”.
 PROFESSOR: “Sim..”.
 BRU: “Fazendo com que ele evapore, se transformando em gás”.
 PROFESSOR: “Ta, e daí?”..
 ITE: “Está passando”.
 BRU: “Ele vai passando para lá em gás. Quando ele chega lá, está gelado, está frio o recipiente”.
 PROFESSOR: “Frio o recipiente..”..
 BRU: “E como está frio, a água torna-se líquida, a água não, o líquido”.
 PROFESSOR: “Volta a ser líquido?”..
 BRU: “Isso, o líquido incolor”.

Seqüência 7:

Uma vez que houve a dificuldade das alunas em utilizar o modelo corpuscular da matéria para justificar o fenômeno de transvasamento do líquido, o professor traz a discussão sobre a idéia de partículas, propondo relacioná-la com as mudanças de estado da matéria. No decorrer do diálogo, o professor apresenta a idéia da conservação da partícula e de sua forma, dirigindo o diálogo nesse sentido. ITE chega a supor que são as partículas que evaporam, mostrando uma concepção espontânea muito comum, onde se atribui às propriedades do sistema à própria partícula. Porém, no decorrer do diálogo manifesta a idéia de conservação da partícula. O próprio professor chegou a utilizar essa idéia, o que evidencia a dificuldade de um diálogo sobre a atribuição de causa das mudanças de estado da matéria. Ao final do diálogo, BRU sugere que as partículas estão mais ou menos agrupadas conforme o estado físico. Essa idéia BRU já havia manifestado em uma aula em que se debateu a diluição do permanganato de potássio (um sal de cor violeta) em água, mas que não consta das seqüências de ensino apresentadas neste artigo.

O esquema de agrupamento das partículas para explicar as mudanças de estado da matéria foi evidenciado por Piaget (1971), onde ele indicou que esse esquema consistiria na aplicação de uma ação de cerrar/descerrar, ou de juntar/desjuntar, das partículas que fazem parte da matéria.

PROFESSOR: “Vamos pensar assim agora em termos de densidade... Nós estamos falando a idéia de partículas. O que está acontecendo com a partícula do líquido que está aqui [balão inserido na água quente]? Que aqui é líquida... Pega e o que acontece com a partícula?”..
 ITE: “Vai evaporar”.
 PROFESSOR: “Vai evaporar, ela se destrói ou não?”..
 ITE: “Não”.
 PROFESSOR: “Não. O líquido que eu tenho aqui [balão sob aquecimento] é o mesmo que eu tenho aqui [balão sob resfriamento] não é?”..
 ITE: “Sim”.

PROFESSOR: “Então devem ser as mesmas partículas. [Pausa] Elas só se transformam em vapor (sic!)”.

BRU: “Se transformou em... [não foi possível transcrever o resto da frase porque ITE fala mais alto]”.

ITE: “Ta, professor, levanta esta parte aqui [balão sob resfriamento]. Por que esta parte fica assim [apontando para a parede do balão, que tinha água condensada do lado de fora]?”..

PROFESSOR: “Porque está na água... Porque aqui assim a própria umidade da..., do ambiente. Saindo vapor aqui [frasco com água quente] e o nós [faz gestos de estar respirando], sai vapor. É o que acontece com um copo gelado, aquela umidade que fica ali, assim, é por causa do., da umidade do ar que se condensa porque está frio. Que é basicamente a mesma coisa que está ocorrendo dentro [indica o balão sob resfriamento], tá frio o líquido se condensa. Só que na superfície [aponta com o dedo para parede externa do balão] é vapor de água. Vamos agora a idéia de partícula... Se eu tenho uma partícula aqui, ela está saindo do líquido e indo para o vapor. A substância, ah, a partícula está se modificando?”.

ITE: “Não”.

MIL balança a cabeça negativamente

PROFESSOR: “Não. A partícula não se modifica, né? Tanto que quando ela volta aqui para o lado de cá [balão sob resfriamento] ela é da mesma substância”.

BRU: “É que aqui ela está mais agrupada né?..”. ITE fala mais alto que BRU, não sendo possível transcrever o final da frase de BRU.

Seqüência 8:

Nessa seqüência, o professor formaliza a noção de volume do sistema material, sugere a noção de distância entre as partículas no modelo corpuscular, apresenta o conceito de densidade e indica a conservação de massa (quantidade de matéria) envolvida na transformação. Ele direciona a discussão com a intenção de que os alunos atribuam essas noções e conceitos na descrição e explicação do fenômeno de transvasamento. Ao final desse diálogo, mais uma vez BRU aplica o esquema de agrupamento das partículas para justificar as mudanças de estado. ITE sugere que uma das dificuldades na interpretação do fenômeno é perceptível, o gás (vapor de éter) é invisível.

PROFESSOR: “O que acontece ali assim? A partícula muda? [Pausa] Não”.

ITE: “Não”.

PROFESSOR: “Se a partícula não muda, a massa dela muda?”..

ITE: “Não”.

PROFESSOR: “Não, basicamente o que vocês disseram que mudou. A distância entre elas, não é?”..

Alunas confirmam com um balançar de cabeça.

PROFESSOR: “A distância então está relacionada... Então se vocês pegarem três dimensões, vai dar o que?”..

ITE: “O que?”..

PROFESSOR: “Se eu pegar distância em três dimensões [faz gestos em três direções], vai representar o que? Não vai se representar o volume?”..

ITE: “Vai”.

PROFESSOR: “Então em três dimensões vai ser o volume. Então se está aumentando a distância entre elas, está aumentando o volume entre elas. [Pausa] Né? [Pausa] Então se a massa é a mesma e o volume é maior, o que acontece com a densidade?”..

ITE: “Aumenta. Não?”..

PROFESSOR: “Densidade é a massa dividido por volume. Se eu divido por um negócio maior, ela diminui né? Por isso a densidade do gás é menor, tem mais espaço entre as

partículas, por isso o volume vai ser maior também. Por isso a densidade do gás é menor. Se a densidade do gás é menor, tem mais espaço para as partículas se moverem entre elas”.

BRU: *“O professor a três [refere-se a questão do questionário, que solicita: “explique, através do modelo de partículas constituintes das substâncias, o que está acontecendo”] dá para responder com desenhos?”.*

PROFESSOR: *“Pode representar com desenhos também. Sempre pensando nas partículas. O que está acontecendo com as partículas agora, elas estavam ali agrupadas”.*

BRU: *“Elas estão agrupadas, então se quebram e se espalham e passam para o outro lado”.*

PROFESSOR: *“E por que elas se espalham e conseguem vir para cá?”.* (balão frio)

BRU: *“Por causa do., do..., sei lá”.*

PROFESSOR: *“Tem alguma coisa impedindo de elas virem para cá?”*

ITE: *“Não”.*

BRU: *“Não”.*

PROFESSOR: *“Então se as part... Isso é uma característica do gás, um gás pode se expandir até todo o recipiente que ocupa”.*

BRU: *“Ta, então ele passa para o outro lado e se reagrupa”.*

PROFESSOR: *“Então quando elas se condensam aqui assim [balão sob resfriamento] O que acontece? Não vai sobrar espaço aqui, não vai? Então as moléculas vão continuar a vir para cá. Por que a tendência é todo o tubo estar ocupado com a mesma concentração de gás”.*

ITE: *“Só que a gente não vê”.*

PROFESSOR [mostrando o equipamento]: *“Só que a gente não ver o gás, né?”..*

ITE: *“Posso brincar com o equipamento?”..*

PROFESSOR: *“Não. Tem material tóxico ali junto no brinquedo”.*

Seqüência 9:

Essa é a primeira seqüência relacionada à tarefa com a sublimação do iodo. A aula ocorreu cinco dias depois da aula envolvendo o experimento com o éter. Essa aula teve maior carga horária, sendo realizada em dois períodos consecutivos, justamente devido à presumida maior dificuldade dos alunos na compreensão desse fenômeno. Essa primeira seqüência está relacionada com a previsão do fenômeno, ocorreu, portanto, antes que o professor demonstrasse o experimento. Nessa previsão, as alunas discutem se o sólido iria desmanchar, evaporar, derreter ou virar pó, manifestando suas concepções espontâneas. Nota-se, aqui, a prevalência das opiniões de BRU e de MIL em relação a suas colegas, que chegam a silenciar ITE. Em outras seqüências pôde-se notar que ela falava mais alto, ao mesmo tempo de suas colegas. Nessas seqüências podemos evidenciar que as trocas de idéias não ocorrem entre todas as alunas do grupo. Para explicar a resposta dada BRU vai dizer que a temperatura vai fazer as partículas se dispersarem, mais uma vez aplicando o esquema evidenciado nas seqüências anteriores. É interessante verificar que o pó chega a ser entendido por BRU como um estado físico diferente do sólido. As concepções dos alunos para esses possíveis estados físicos intermediários foram registradas por Nakhleh, Samarapungavan e Saglam (2005).

BRU [lendo a pergunta do questionário]: *“O que você acha que irá acontecer quando o sólido for aquecido?”..*

BRU: “Será que ele vai de desmanchar ou será que ele..”..
 MIL interrompe dizendo: “Vai se transformar em pó”.
 ITE tenta falar alguma coisa, mas é interrompida por BRU.
 BRU: “Sim, será que ele vai se desmanchar ou será que ele vai evaporar?”..
 MAI: “Eu acho que ele vai se desmanchar”.
 BRU: “Se desmanchar, tipo derreter”.
 MAI: “É derreter”.
 BRU [lê sua resposta para as colegas]: “Acredito que ele se desmanche, tornando-se pó”.
 Ficam escrevendo nas folhas, todas escrevem a mesma coisa.
 MAI: “Eu não entendi a três [questão em que se solicita que elas expliquem sua previsão]”
 BRU [interrompendo]: “Só um pouquinho, se não eu vou perder o raciocínio”.
 BRU escreve sua resposta.
 BRU [lê sua resposta]: “Eu coloquei assim: Porque acredito... A pergunta dizia: Explique sua resposta à questão anterior. Eu coloquei: Porque acredito que o aumento da temperatura faça com que as suas partículas se dispersem dando forma de pó ao sólido”.

Seqüência 10:

O professor realiza a demonstração. As alunas observam a formação do vapor violáceo ou róseo durante o aquecimento. Posteriormente o professor retira o balão de vidro do aquecimento e pergunta para as alunas que o que ocorre quando o sistema resfria. A conservação da substância não é compreendida, as alunas têm dificuldades de formular uma resposta. Elas não identificam o material brilhante disperso (iodo recristalizado) como sendo o mesmo sólido inicial. As alunas, mais uma vez, se impacientam com a insistência do professor em perguntar sobre a descrição do fenômeno. MAI chega a supor que o material inicial se transformou, mas não indica o tipo de transformação. BRU e ITE sugerem que o material brilhante disperso tem origem no material sólido inicial. Ainda não é possível evidenciar o modelo de transformação que as alunas atribuem ao fenômeno.

PROFESSOR [fazendo a demonstração do experimento para toda a turma]: “Logo que começa a esfriar o que acontece com o gás? Com a cor?”..
 Muitos alunos da turma: “Vai sumindo”
 PROFESSOR: “Por que a cor vai sumindo?”..
 Alvorço, vários alunos da turma tentam formular respostas.
 PROFESSOR: “Se está assim [mostra o balão com o bocal para cima] a cor está escapando?”..
 Outro aluno fala com o professor tentando dar uma explicação. Enquanto isso MAI e BRU ficam conversando a respeito.
 MAI [interrompendo BRU para ouvir o professor]: “Porquê?”..
 BRU para MAI: “Porque não tem mais, porque não tem mais aquele, porque não está mais aquecido, sei lá”.
 MAI para BRU: “Não, por causa do ar, lembra o ar é mais pesado”.
 PROFESSOR [segue a demonstração e pergunta para toda a turma]: “Se eu esquentar, vai voltar a cor, mas de onde surge está cor? Recapitulando”.
 BRU: “Do sólido”.
 PROFESSOR: “Do sólido tá. E onde está o sólido agora?”..
 BRU: “Desmanchado, sumiu, sei lá”.
 MAI: “Se transformou”.
 MIL fala alguma coisa não captada pelo áudio
 PROFESSOR: “Mas onde estão ele agora?”..

BRU: *“Estão dispersos ai, sei lá”*.
 PROFESSOR: *“Dispersos aonde?”*..
 BRU: *“Dentro do recipiente”*.
 PROFESSOR: *“Da para ver estas partículas ai?”*..
 BRU: *“Não, pois estão em forma de vapor”*.
 PROFESSOR: *“Mas o vapor não é a coisa rosa?”*..
 BRU: *“É, professor”*.
 PROFESSOR: *“Mas onde está a coisa rosa agora?”*..
 BRU [mostra impaciência]: *“Ah, professor!”*.
 ITE [falando para as colegas]: *“Vai começar tudo de novo”*.
 MAI para BRU: *“Então dá para ver”*.
 PROFESSOR: *“Tá! O que apareceu mais no recipiente além da coisa rosa?”*..
 MIL: *“Brilho”*.
 PROFESSOR: *“Brilho, tem brilho aqui em cima [apontando para as paredes do balão]?”*..
 PROFESSOR [mostrando o balão para todos os alunos da turma]: *“Tem brilho aqui? Tem brilho aqui?”*..
 Os alunos vão respondendo que sim.
 PROFESSOR: *“De onde vem esse brilho?”*..
 BRU e ITE: *“Do sólido”*.

Seqüência 11:

O professor termina a demonstração e pede que os pequenos grupos discutam entre si e respondam os questionários, que contém questões sobre a descrição e a explicação dos fenômenos. O professor passa entre os grupos, discutindo com os alunos as suas respostas. No grupo que foi acompanhado, as alunas ainda manifestam dificuldade na compreensão da transformação. BRU declara que o sólido poderia ter se transformado em vapor, mas MAI, também, sugere que a cor viria do sólido. Não se pôde perceber se ela teria a idéia que a cor foi extraída de dentro do sólido, como, por exemplo, declaram sujeitos adolescentes e adultos na investigação desenvolvida por Eichler, Parrat-Dayán e Fagundes (2007b). Em relação ao modelo corpuscular, dessa vez é MAI quem tenta atribuir o esquema de dispersão na descrição do fenômeno.

MIL [lê uma pergunta do questionário]: *“De onde vem a cor?”*..
 BRU: *“Do sólido”*.
 MAI: *“Eu perguntei para ele [referindo-se a PROFESSOR], mas ele disse que não”*.
 BRU [chamando o professor]: *“Ô, professor! [Quando ele chega] Assim ô, a pergunta pede para descrever o que está acontecendo, eu respondi: Ele se transforma em gás com cor roxa. Fica no fundo do recipiente pois, é mais denso que o ar”*.
 PROFESSOR: *“Sim”*.
 BRU: *“E depois pergunta de onde vem a cor dentro do tubo? Do sólido”*.
 PROFESSOR: *“Sim, não é?”*..
 BRU percebe que pulou uma a pergunta do questionário. MIL fica confusa. Ambas ficam confusas, até que BRU lê a questão novamente: *“O que é a cor dentro do tubo?”*. Ela complementa respondendo: *“É o sólido se transformando em vapor”*.
 MAI: *“Não é a dispersão das partículas que se abrem e...?”*..
 BRU [interrompe falando algo que não foi possível captar no áudio, terminado com]: *“... se está no vapor as partículas já estão dispersas”*.
 Todas escrevem nas folhas, as mesmas respostas.
 BRU [lendo uma pergunta do questionário]: *“De onde vem a cor dentro do tubo”*.

MAI: “Do sólido”.

Seqüência 12:

Nessa seqüência as alunas voltam a chamar o professor, para que ele oriente as respostas ao questionário. O professor aproveita o momento e sugere respostas alternativas, no sentido de identificar a consistência das respostas das alunas. Além disso, sugere o uso do termo substância e questiona sobre a conservação da mesma durante a realização do experimento. BRU utiliza a idéia de dispersão entre as partículas para justificar a transformação da aparência da substância. Ao final, ao responder uma contra-sugestão do professor, MIL manifesta, ainda que sem precisão, que houve a conservação da substância.

BRU [perguntando par o PROFESSOR que está de pé, circulando pela sala]: “*Ô, professor! A questão 5, pergunta o que é a cor que surge dentro do tubo, eu coloquei: é o sólido se transformando em vapor, ou seja, suas partículas ficam bem dispersas, é isso?*”..

PROFESSOR passa pelos grupos e BRU fica perguntando se está certa a resposta.

PROFESSOR [ao se aproximar do grupo]: “*Está no estado sólido ou já está em outro estado?*”..

BRU: “*Eu coloquei que é o sólido se transformando em vapor. O que é a cor? É o sólido se transformando em vapor.*”.

PROFESSOR: “*Ou já é o vapor?*”..

BRU: “*Não, já é vapor.*”.

MIL: “*É o vapor do sólido, então.*”.

Todas apagam as folhas e escrevem a nova resposta.

BRU [pergunta ao PROFESSOR sobre a mesma questão]: “*É só esta a resposta: é o vapor do sólido?*”..

PROFESSOR: “*Não chama sólido chama de substância.*”.

BRU: “*Então é o vapor da substância, só isso?*”..

PROFESSOR: “*Ou é uma outra substância que aparece aqui dentro [mostra o balão em que foi realizado o experimento]?*”..

MIL: “*Não. Era o vapor daquela substância.*”.

PROFESSOR [balança a cabeça positivamente]: “*Tá.*”.

MIL comenta algo com PROFESSOR que não foi possível transcrever.

PROFESSOR: “*É que poderiam dizer que era uma outra substância..*”.

MIL: “*Nããã... Não.*”.

Seqüência 13:

As alunas discutem sobre o desaparecimento da cor e a formação do sólido finamente dividido na parte superior do balão. Mais uma vez a discussão é feita apenas entre MIL e BRU. As outras alunas, ITE e MAI, apenas acompanham a discussão, esperando alguma solução para escrever o mesmo que suas colegas em seus questionários. A reversibilidade do processo, com a recristalização do iodo, ainda causa desequilíbrio. Inicialmente MIL têm dificuldade em formular a idéia de conservação da substância na reversibilidade do processo, “não consigo falar”. Depois descreve apenas o fenômeno. Por fim, afirma que o processo resultou na mesma coisa. Nessa seqüência pode-se observar que

ela declara a conservação da substância, que na seqüência anterior apareceu de forma imprecisa. Ao final, BRU parece não aceitar essa idéia, que parece supor um modelo de material composto, a cor surge do material quando aquecido e depois voltaria para ele quando resfriado.

MIL [lê uma a pergunta do questionário]: *“O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por quê? [Ela responde] É, pois a substância aquecida se transformou em vapor e... [faz um careta, como se ficasse confusa]”*.

BRU [interrompendo]: *“Espera aí. O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que? [Pausa] “Por que a purpurina [referindo-se ao sólido finamente dividido] é o sólido”*”.

BRU [lê novamente a pergunta]: *“O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que?”*.

MIL: *“Eu estou com o pensamento na ponta da língua, mas não consigo falar”*.

Por um momento, ficam em silêncio.

MIL: *“Porque devido à temperatura, o sólido se transformou nestas partículas finamente divididas. É isso”*.

BRU e MIL escrevem suas respostas, enquanto MAI e ITE, a essa altura um tanto fora da discussão, tentam ficar copiando o que BRU e MIL escrevem.

BRU: *“O que tu colocou aí que eu não entendi?”*..

MIL: *“É que a temperatura fez o sólido se transformar nestas coisas brilhantes”*.

BRU: *“No vapor na realidade, ele não se transformou naquilo ali, ele foi perdendo a cor”*.

MIL interrompe: *“Sim, foi um processo que resultou na mesma coisa”*.

BRU: *“Só se agente deixar assim ele [professor] vai dizer que está errado”*.

BRU [lê mais uma vez a pergunta]: *“O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que? [Complementa lendo a resposta que escreveu] É, pois devido ao aquecimento o sólido se transformou em vapor. [Depois acrescenta uma idéia que ainda não está escrita] E logo após, quando houve o resfriamento ele foi se depositando nestas partes brilhantes”*.

MIL faz uma careta, parece que não gostou muito da resposta formulada por BRU.

BRU segue escrevendo, MIL faz outra careta. MAI e ITE tentam ver o que BRU escreve.

BRU: *“Olha aqui como ficou MIL. É, pois devido ao aquecimento o sólido transformou-se em vapor. Quando houve o resfriamento ele foi se depositando neste sólido finamente dividido”*.

BRU [chamando o professor]: *“Ó, professor! Está errado não é possível!”*.

Seqüência 14:

Nessa seqüência é possível notar o papel do professor na elaboração da idéia de conservação da substância. O professor conduz o diálogo de forma que seja utilizada a idéia que se uma propriedade da matéria se conserva (no caso, sob aquecimento tanto o sólido inicial quanto o sólido finamente dividido ocorre o aparecimento de cor), há conservação da substância. MIL já havia aceito essa idéia. Quando BRU declara que não havia outro material dentro do balão de vidro, rejeita uma hipótese que foi encontrada na pesquisa de Eichler, Parrat-Dayán e Fagundes (2007b), de que a formação da substância colorida poderia ser explicada através de algum tipo de reação entre o material sólido e o

calor ou o ar, por exemplo, como declararam alguns adolescentes e adultos. BRU responde afirmativamente as questões do professor, mas ainda não é possível depreender que ela tenha assimilado a noção. MAI e ITE, mais uma vez, ficam fora do diálogo.

BRU: *“Professor a resposta de uma questão não ficou clara. O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que? Olha a minha resposta. É, pois devido ao aquecimento o sólido transformou-se em vapor. Quando houve o resfriamento ele foi se depositando neste sólido finamente dividido”.*

PROFESSOR: *“Tá, mas..”..*

BRU [interrompe, com impaciência]: *“Eu não acredito está toda essa resposta errada”.*

PROFESSOR: *“Calma um pouquinho. Como você tem certeza que era o mesmo material?”..*

BRU: *“Não tinha outro material ali”.*

PROFESSOR: *“Tá, mas poderia se pensar que havia se transformado em outro material. Então tem que ver as características do material. Por isso que a gente trabalha com características e/ou propriedades. Quais as características do sólido antes? As características que o sólido tinha antes era um sólido cinza brilhante. Quais as características que tu tem no sólido depois? Também meio acinzentado e brilhante. São parecidos. A cor cinza a gente quase não pode perceber por ele estar bem finamente dividido. Mas qual outra característica mais importante que a gente fez no experimento? Quando a gente aqueceu o sólido inicial o que acontecia com ele?”..*

BRU: *“Virava vapor”.*

PROFESSOR: *“Virava um vapor colorido. Quando a gente aqueceu a purpurina [o sólido finamente dividido] o que aconteceu com ela?”..*

MIL: *“Virou um gás colorido. Então eles [referindo-se aos sólidos inicial e final] eram a mesma coisa, pois tinham as mesmas características”.*

PROFESSOR: *“Isso. Ambos quando são aquecidos viram um gás colorido”.*

BRU: *“Ambos o que? É porque têm as mesmas características não é isso?”..*

PROFESSOR: *“Quando aqueceu o sólido não virou um gás colorido?”..*

BRU: *“Ah-ham [responde afirmativamente]”.*

PROFESSOR: *“Quando foi aquecida a purpurina também não virou um sólido colorido?”..*

BRU: *“Ah-ham [responde afirmativamente]”.*

Seqüência 15:

Nessa seqüência BRU e MIL dialogam sobre a conservação da quantidade da matéria (conservação de massa). Sozinhas elas não conseguem chegar a uma conclusão. Enquanto esperam pelo retorno do professor, conversam sobre outros assuntos. MIL sugere que há conservação da quantidade de matéria, justificando a conservação da substância. BRU questiona essa idéia e diz esperar o professor.

BRU para MIL: *“Tu respondeu a 14 [a questão é a seguinte: “a quantidade de material brilhante é a mesma quantidade de material contida na pedrinha colocada no início ou houve alteração da quantidade?”.]?”..*

MIL: *“Eu estou em dúvida. Porque. Houve alteração na quantidade? Eu acho que não, pois ele só está mais disperso, mas o sólido é o mesmo”.*

BRU: *“Eu acho que não, pois na parte do material brilhante ainda tem partes vapor, ou seja, mesmo que, vamos dizer assim, é difícil. O material brilhante tende, ai! Quando tem o material*

⁷ Nesta experiência não foi mencionado aos alunos que a substância dentro do frasco é iodo e chamou-se a mesma de sólido cinza, desta forma, algumas vezes as alunas utilizam a palavra “sólido” como sendo a substância iodo e não no sentido de representar um estado físico.

brilhante na bordinha ali, tem também no vapor ainda, não está tudo no material brilhante. Mas eu não sei se ele está dizendo depois que já está tudo no material brilhante..”.

MIL: *“É isso que eu ia perguntar para ele, mas daí começou a falar, mas foi embora e não respondeu”.*

BRU: *“Mas respondeu a pergunta anterior, resolveu uma pergunta pelo menos”.*

Chamam o professor. Todas as alunas do grupo ficam, por mais de um minuto, conversando sobre o dia-a-dia.

MIL: *“BRU o que é a 14? Tu entendeu”.*

BRU: *“Eu não sei, estou esperando o professor aparecer”.*

MIL: *“Espera aí, mas a resposta é sim, só tem que justificar”.*

MIL fica lendo a questão

Seqüência 16:

O professor volta para conversar com as alunas do grupo sobre a questão envolvendo a conservação da quantidade da matéria. Durante o diálogo, MIL continua com suas respostas de conservação, manifestando, inclusive, critérios em que não ocorreria a conservação. No decorrer do diálogo, BRU manifesta a conservação da quantidade da matéria como uma consequência da conservação da substância. Ao final, atribuem o esquema de agrupar/desagrupar para justificar as mudanças de estado da matéria. Também indicam que a temperatura estaria relacionada a tal esquema. Para uma efetiva elaboração do modelo corpuscular da matéria, falta apenas a idéia que as partículas estão em agitação e que ela aumenta com a temperatura, provocando o desagrupamento das partículas. Essa idéia seria trabalhada pelo professor a partir de outros experimentos, na continuidade das aulas.

BRU: *“Eu quero saber como faz a 14 [pergunta sobre a conservação da quantidade da matéria]. Porque assim, ô, eu não sei se quando tem o material brilhante, já não é mais vapor, já está tudo brilhante. Entendeu?”.*

PROFESSOR: *“Isso”.*

BRU: *“Então não houve, então não pode ter ocorrido, não diminuiu a quantidade melhor dizendo? A não ser que..”.*

PROFESSOR: *“Por que diminuiria a quantidade?”.*

BRU: *“Eu não sei. Eu acho que não diminuiu a quantidade”.*

PROFESSOR: *“E por que tu acha..”.*

MIL: *“Só se saiu [faz um gesto com as mãos, no sentido de levar adiante]”.*

PROFESSOR e BRU falam ao mesmo tempo: *“Se saísse do frasco”.*

PROFESSOR: *“Se não saiu, o que aconteceu com o vapor? Se tornou sólido novamente”.*

MIL: *“Então o sólido é o mesmo”.*

PROFESSOR: *“Então o sólido é o mesmo”.*

BRU: *“A quantidade é a mesma”.*

PROFESSOR: *“Se não saísse nada do frasco”.*

BRU: *“Dai vai perguntar o porquê disso?”.*

MIL: *“Por que o sólido não saiu do frasco. Não é por isso? [perguntando ao professor]”.*

PROFESSOR: *“Por isso e por que mais também. Não é o mesmo sólido?”.*

MIL: *“Então eu poderia dizer..”.*

BRU [interrompe]: *“... que é o mesmo sólido”.*

MIL [complementa]: *“E que o mesmo não saiu do frasco”.*

As alunas escrevem suas respostas

BRU: *“A questão 17 pergunta: Utilizando da idéia de pequeníssimas partículas constituintes das substâncias explique o que ocorreu no sistema? Eu botei assim ó. Quando sólidas, as partículas estavam bem agrupadas, quando vapor as partículas ficaram dispersas, quando brilho ele estava com suas partículas bem agrupadas, pois também é sólido”.*

PROFESSOR: *“E o que fez as partículas se agruparem e se desagruparem?”..*

BRU: *“A temperatura”.*

PROFESSOR: *“Então coloca”.*

BRU: *“Colocar o motivo disso é a temperatura. É isso?”..*

PROFESSOR: *“Não. O que o aumento da temperatura faz agrupar ou desagrupar?”.*

BRU: *“Ai meu deus, então eu vou ter que apagar tudo!”.*

PROFESSOR: *“Não só complementa assim as partículas são agrupadas quando tal, as partículas são agrupadas quando tal”.*

BRU: *“MIL eu complementei assim. As partículas são desagrupadas quando há um aumento de temperatura e agrupadas quando há resfriamento”.*

Conclusões

A partir das seqüências de ensino analisadas, buscou-se a compreensão das estudantes sobre os fenômenos de expansão do ar, sob aquecimento, e de mudanças de estado físico. Os modelos explicativos utilizados pelas alunas na justificação dos fenômenos observados, também, foi um foco de análise.

Cada uma das experiências teve por objetivo evidenciar as concepções das alunas dos fenômenos, para que o professor através de uma intervenção dialógica pudesse fomentar o entendimento dos aspectos de conservação da substância, durante as mudanças de estado da matéria. Nos diferentes experimentos, buscando a compreensão dos fenômenos em estudo, buscou-se a retomada dos conceitos construídos, como forma de consolidá-los e servirem de âncora para novas construções conceituais. Em cada experiência um novo desafio, novas construções.

No decorrer dos experimentos, pôde-se evidenciar a formação do esquema de agrupamento para justificar as mudanças de estado da matéria. Nesse sentido, BRU e MIL utilizaram esse esquema para descrever e justificar diversas transformações que fizeram parte das atividades didáticas. Nesse sentido, é possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível corpuscular.

Embora os estudantes tenham mostrado sua compreensão dos fenômenos estudados em sala de aula, é importante salientar que eles conservam alguma dificuldade de mobilizar o conhecimento construído para novas situações de aprendizagem, como foi visto na sucessão dos diferentes episódios de ensino.

As interações entre as alunas não foram constantes. MAI praticamente não participou das discussões e ITE participou pouco. Então, a maior parte das trocas foram

realizadas entre BRU e MIL. Nesse sentido, pode-se imaginar incluir, em pesquisa futuras, alguns elementos para o estudo sobre as características motivacionais dos estudantes de ciência em nível escolar.

Apesar de o professor ter sido, em diversas vezes, muito diretivo em suas interações, explicitando as idéias que poderiam ter sido elaboradas pelas alunas do grupo, evidenciamos que o papel mediador do professor na construção de conceitos pelo aluno foi fundamental para a aprendizagem das alunas em realidade escolar. Além disso, ao longo dos diálogos registrados nas seqüências de ensino, foi possível constatar que a proposta didática do professor, envolvendo a demonstração e a realização de experimentos discutidos em pequenos grupos, auxiliou a elaboração conceitual das alunas que participaram ativamente do processo, possibilitando uma melhor compreensão dos fenômenos em estudo.

Por fim, em relação ao exercício docente, entendemos que é importante ressaltar a valorização do tempo que o professor dispensa para seu planejamento das atividades de sala de aula, bem como as ações de formação continuada em que se ele insere, como, por exemplo, em nível de pós-graduação.

Referências

- Barker, V. *Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas*. Londres: Royal Society of Chemistry. [Documento digital em: <http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>], 2000.
- Benarroch, A. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 235-246, 2000.
- Bovet, M.; Parrat-Dayana, S. & Vonèche, J. Comment engendrer une explication causale par apprentissage? I – Le rôle du dialogue. *Enfance*, 40 (4), 297-308, 1987a.
- Bovet, M.; Parrat-Dayana, S. & Vonèche, J. Comment engendrer une explication causale par apprentissage? II – Le rôle de l'objet. *Enfance*, 40 (4), 309-322., 1987b.
- Bovet, M.; Parrat-Dayana, S. & Vonèche, J. Cognitive development and interaction. Em: M.H. Bornstein e J.S. Bruner, *Human Development* (41-57). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1989.
- Eichler, M.L.; Parrat-Dayana, S. e Fagundes, L.C. Concepções de adolescentes e de adultos sobre as mudanças de estado do éter. *Submetido à publicação*, 2007a.

- Eichler, M.L.; Parrat-Dayan, S. e Fagundes, L.C. Concepções de adolescentes e de adultos sobre a sublimação do iodo. *Submetido à publicação*, 2007b.
- Gómez, E.J.; Benarroch, A. & Marín, N. Evaluation of the degree of coherence found in students' conceptions concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 577-598, 2006.
- Krnel, D; Glažar, S.A. & Watson, R. The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children classify materials. *Science Education*, 87, 621-639, 2003.
- Krnel, D.; Watson, R. & Glažar, S.A. The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children describe materials. *International Journal of Science Education*, 27 (3), 367-383, 2005.
- Moro, M.L.F. Crianças com crianças, aprendendo: interação social e construção cognitiva. *Cadernos de Pesquisa*, 79, 31-43, 1991a.
- Moro, M.L.F. Interações sociais e construção do conhecimento. Reflexões para uma discussão sempre atual. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 7 (3), 215-227, 1991b.
- Moro, M.L.F. A epistemologia genética e a interação social de crianças. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 13 (2), 295-310, 2000.
- Nakhleh, M.B.; Samarapungavan, A. & Saglam, Y. Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 581-612, 2005.
- Parrat-Dayan, S. Sujeto-objeto-experimentador: estrategias de intervención en situaciones causales. Em: J.A. Castorina (Org.), *Desarrollos y problemas en psicología genética*. Buenos Aires: Endeaba, 2001.
- Parrat-Dayan, S. Psicologia de Piaget aplicada à educação: como isto funciona? *Escritos sobre Educação*, 2 (2), 33-42, 2003.
- Parrat-Dayan, S. & Tryphon, A. Introdução. Em: J. Piaget. *Sobre a pedagogia*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.
- Perret-Clermont, A.-N. Interações sociais no desenvolvimento cognitivo: novas direções de pesquisa. Em: E. Toschi (Org.), *Abordagem psicossociológica do desenvolvimento humano (7-29)*. Porto Alegre: FAGED/UFRGS, 1994.
- Piaget, J. Causalité et opérations. Em J. Piaget e R. García. *Les Explications Causales*. Paris: PUF, 1971.
- Piaget, J. *A tomada de consciência*. São Paulo: Melhoramentos, 1977.
- Piaget, J. *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos, Edusp, 1978.

- Piaget, J. *Epistemologia genética*. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- Piaget, J. Observações psicológicas sobre o trabalho em grupo. Em: J. Piaget. *Sobre a pedagogia*. São Paulo: Casa do Psicólogo. (Trabalho originalmente publicado em 1935), 1998a.
- Piaget, J. Observações psicológicas sobre o ensino elementar das ciências naturais. Em: J. Piaget. *Sobre a pedagogia*. São Paulo: Casa do Psicólogo. (Trabalho originalmente publicado em 1949), 1998b.
- Samrsla, V.E.E.; Guterres, J.O.; Eichler, M.L.; & Del Pino, J.C. Da mineralogia à química: uma proposta curricular para o primeiro ano do ensino médio. *Química Nova na Escola* (no prelo), 2007.
- Stavy, R. Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (3), 247-266, 1990a.
- Stavy, R. Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12 (5), 501-512, 1990b.

A elaboração conceitual em realidade escolar da noção de vazio no modelo corpuscular da matéria⁸

Resumo

A investigação sobre as concepções alternativas dos estudantes para os conhecimentos científicos é uma das principais ênfases das pesquisas realizadas no âmbito da didática das ciências. Neste artigo se apresenta o resultado da investigação sobre as compreensões de estudantes dos fenômenos que envolvem estados de agregação da matéria, processos de dissolução, expansão térmica do ar, e mudanças de estado físico, que lhes permitem proposições de modelos explicativos, a nível atômico-molecular, num processo de construção de conhecimento, dialético e dialógico, mediado pelo professor. É possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico. Há melhora na proposição de modelos mais complexos para a explicação dos fenômenos estudados em sala de aula. Eles conseguem compreender a constituição da matéria por partículas, que estas determinam suas características identificadas por sua composição química e as propriedades físico-químicas.

Introdução

A investigação sobre as concepções alternativas dos estudantes para os conhecimentos científicos é uma das principais ênfases das pesquisas realizadas no âmbito da didática das ciências. Em relação aos conceitos da química, diversos autores têm abordado esse assunto nos últimos anos, entre eles Barker (2000), Fensham (2002) e Taber (2000 e 2001).

Conforme Fensham (2002), os estudantes não iniciam a estudar ciências com mentes vazias. Eles possuem idéias ou concepções anteriores sobre vários fenômenos científicos e sobre conceitos de química introdutória, em particular. Muitas dessas idéias persistem firmemente, tornando-se uma forma diferente, ou alternativa, de entender os conceitos da química que são apresentados pelos livros didáticos e pelos professores. É importante se considerar as relações emprírico-teóricas nos processos de ensino e aprendizagem de química e da consideração de que a formação de conceitos no sujeito é

⁸ Artigo aceito para publicação na revista *Experiencias em Enseñanza de las Ciencias*.

um processo longo, dinâmico e mediado socialmente (Echeverria, 1996). As pesquisas revelam ainda que essas características do pensamento dos alunos evoluem com a idade e com a instrução, mas são freqüentes mesmo entre os que já foram submetidos ao ensino de modelos atômicos (Mortimer, 1995).

De acordo com Taber (2001), a maioria das concepções alternativas em química não deriva da experiência cotidiana do mundo dos estudantes. Em química, ao contrário do que ocorre com biologia e física, por exemplo, os enquadramentos disponíveis para dar sentido a conceitos abstratos, como modelo atômico ou geometria molecular, derivam somente do entendimento que os estudantes façam de conceitos anteriormente ensinados.

É interessante verificar, como indica Taber (2000), que as concepções alternativas têm sido descritas nas diferentes áreas científicas e vêm sendo evidenciada em estudantes de diversos níveis de ensino, da escola primária até a graduação. Nesse sentido, esse autor, sugere que quando um professor de ciências inicia um tópico de seu conteúdo programático, ele deve levar em conta que os estudantes possuem idéias que são inconsistentes com o material que ele está apresentando. O professor, dessa forma, deveria levar em conta as possíveis concepções alternativas manifestadas por seus alunos para elaborar suas estratégias de ensino, visando a uma melhor compreensão conceitual.

Em relação a área de química, o estudo de modelos atômicos no ensino fundamental e médio começa em geral pela introdução do modelo de Dalton, que admite que a matéria é constituída por átomos indivisíveis e indestrutíveis. A partir da introdução desse modelo, átomos podem ser representados por esferas, e as reações químicas passam a serem representadas por equações com o uso de símbolos e fórmulas. Não se discute, no entanto, o significado de a matéria ser constituída por partículas que se movimentam nos espaços vazios para a interpretação de diversos fenômenos cotidianos, como as mudanças de estado físico, a compressão e dilatação de gases e líquidos entre outros. Normalmente se pressupõe que os alunos já possuem essa visão atomista científica, o que na maioria das vezes não é verdadeiro. A consequência de não se discutirem os modelos alternativos dos alunos na sala de aula é que os alunos aprendem modelos mais sofisticados para a matéria, mas não são capazes de estabelecer relações entre as propriedades de sólidos, líquidos e gases e a organização, distância, força de interação e movimento das partículas, por meio de um modelo atomista elementar (Mortimer, 1995 e 1998).

Pesquisas realizadas em diferentes países mostram as principais idéias das crianças e adolescentes sobre a matéria: nem todos usam modelos descontínuos para representar as transformações da matéria, esta é constituída de partículas separadas; os que usam, muitas vezes o fazem de maneira bastante pessoal, o que inclui a utilização de idéias animistas e/ou substancialistas, em que o comportamento de seres vivos e/ou as propriedades da substância são atribuídos a átomos e moléculas; há uma forte tendência em negar a existência de espaços vazios entre as partículas; raramente são usados outros aspectos de um modelo atomista nas explicações, como, por exemplo, o movimento randômico intrínseco das partículas ou suas forças de interação; notam-se dificuldades em raciocínios que envolvam a conservação da massa. Por fim, há a dificuldade dos estudantes em transitar entre as observações fenomenológicas e as explicações atomistas, ou seja, em fazer relações entre os modelos atomistas e o comportamento dos materiais nas diversas transformações (Barker, 2000).

Uma forma de superar essas dificuldades é discutir os modelos alternativos que os alunos usam para explicar fenômenos simples, como a compressão do ar em uma seringa tampada, a dilatação do ar ao ser aquecido num frasco com um balão na boca, a dissolução de açúcar na água, e mudanças de estado físico das substâncias. Uma forma de propor a atividade de modo a explicitar os modelos dos alunos é solicitando-lhes que desenhem modelos para esses fenômenos antes e depois da transformação, ou seja, antes e depois da compressão, dilatação, difusão, dissolução, e que discutam com seus colegas estas representações, tal socialização na construção de conhecimento científico em sala de aula deve ser mediado pelo professor (Mortimer, 1995; Driver e colaboradores, 1999).

Neste artigo queremos apresentar os resultados da investigação sobre as compreensões de estudantes sobre os fenômenos que envolvem estados de agregação da matéria, processos de dissolução, expansão térmica do ar, e mudanças de estado físico, que lhes permitem proposições de modelos explicativos, a nível atômico-molecular, num processo de construção de conhecimento, dialético e dialógico, mediado pelo professor.

Metodologia

A proposta de investigação foi desenvolvida em quatro turmas do primeiro ano do ensino médio, na disciplina de química. As turmas possuem 3 horas-aula de química por semana, em um total de 120 horas-aula no ano letivo. Durante o desenvolvimento da proposta, um grupo de alunos em cada turma foi acompanhado no transcorrer do ano

letivo, visando investigar a aprendizagem cooperativa de noções fundamentais à química. As atividades desses grupos de alunos foram gravadas em vídeo e seus materiais escritos fotos-copiados. Um destes grupos foi escolhido para ter suas gravações transcritas (os alunos são representados por BRU, MAI, etc, e o professor por P1).

Com o objetivo de verificar as concepções e construções de conhecimento sobre as características dos modelos particulados da matéria, que os alunos propõem para explicar suas propriedades, foram analisadas algumas situações de ensino. Os diálogos dos estudantes foram analisados, assim como suas produções escritas durante as atividades de sala de aula. Essas informações foram levantadas durante alguns procedimentos experimentais relativos aos temas: a dissolução do permanganato de potássio em água e a diluição desta mistura, a expansão do ar sob aquecimento, a vaporização e condensação do éter, a sublimação do iodo e a mistura de álcool e água, que abrangeram em torno de doze horas-aula.

A primeira atividade consiste inicialmente na dissolução de um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água, para em seguida fazer duas diluições sucessivas, adicionando-se 5 mL da solução resultante em outro copo que continha 45 mL de água. O sistema conterà três soluções com diferentes intensidades de coloração.

As questões propostas relacionam a quantidade de permanganato de potássio às cores das soluções. Através de uma informação sobre a massa inicial de permanganato de potássio são realizados cálculos através de regras de três para determinar a massa do mesmo em cada copo. Com os resultados desses cálculos e de questões posteriores se deseja mostrar que a massa de uma partícula de permanganato de potássio deve ser muito pequena e, por conseguinte as dimensões da partícula também devem ser muito pequenas.

Na segunda parte desta atividade se faz a adição de um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água ficando o sistema em repouso por cinco minutos. Os alunos devem observar o que ocorre com este sistema e anotar suas observações

Em seguida são apresentadas questões nas quais se solicita aos alunos que expliquem o comportamento das substâncias observado no sistema, relacionando com o fenômeno da dissolução. Tentando, deste modo, criar uma associação entre movimento das partículas e o fenômeno da dissolução. Na questão final da atividade se solicita que os

alunos proponham, através de desenhos, representações para as partículas constituintes das substâncias antes e após a mistura.

A segunda atividade consiste em aquecer um frasco de vidro que possui um balão de festa preso ao seu bocal. Com o aquecimento o balão infla. Antes de iniciar o procedimento os alunos são questionados se existe alguma coisa dentro do frasco, buscando investigar se eles conseguem perceber o ar como uma substância presente no mesmo. Durante o aquecimento outras questões são formuladas para que os estudantes descrevam o que está ocorrendo com o sistema. Os alunos devem fazer desenhos representando as partículas de ar no sistema antes e depois do aquecimento, utilizando a idéia das substâncias serem formadas por pequenas partículas.

Na terceira atividade dois balões de destilação são conectados por um tubo de vidro formando um sistema fechado. Um balão contém éter (para os alunos é mencionado como líquido incolor). Cada balão deste sistema é mergulhado em um frasco. Aquele que contém o éter é mergulhado no frasco que tem água quente e o outro que tem ar é mergulhado no frasco que contém água gelada. Deste modo, o éter evapora no balão aquecido e condensa no balão resfriado.

Antes da realização do experimento, solicita-se que os alunos expliquem o que pode ocorrer com o sistema, e depois escrevam suas observações durante o processo. Por último, que eles expliquem as transformações ocorridas no sistema, utilizando o modelo de partículas constituintes da matéria. Esta atividade é realizada de forma demonstrativa pelo professor, que ao desenvolvê-la questiona os alunos a respeito de seu entendimento sobre o processo, de modo a auxiliá-los na elaboração da explicação final.

A quarta atividade consiste no aquecimento de alguns grãos de iodo (para os alunos é mencionado como sólido cinza) dentro de um balão de vidro com haste longa. O iodo com o aquecimento sublima formando vapor de cor violácea que ao entrar em contato com as paredes frias do balão ressublima.

Antes da realização do experimento os alunos devem descrever o aspecto do sólido e fazer previsões sobre o que ocorrerá quando o sólido for aquecido, dando explicações para sua resposta. Este experimento é feito de forma demonstrativa pelo professor que durante o processo chama a atenção para determinados acontecimentos importantes no mesmo, questiona os alunos sobre suas observações e instiga os mesmos a proporem explicações para o que está ocorrendo.

Em seguida os alunos respondem perguntas referentes ao processo de aquecimento e de resfriamento do sistema, sobre as características das substâncias presentes e sua quantidade. Essas perguntas têm por objetivo que o aluno construa uma visão sobre a conservação da matéria.

Finalmente pede-se que os alunos façam desenhos representativos das partículas constituintes dos materiais e utilizem-nos para explicar os fenômenos ocorridos no sistema.

A quinta atividade consiste em misturar 50 mL de água e 50 mL de álcool contidos em provetas. A mistura resultante terá um volume menor que a soma dos volumes de seus componentes separadamente, fato que encadeará as discussões. Há também outras duas provetas contendo as mesmas quantidades de água e álcool que as anteriormente citadas, estas não têm seu conteúdo misturado e servem de controle sobre a taxa de evaporação dos líquidos.

Inicialmente pede-se que os alunos façam representações das partículas na água e no álcool. Questiona-se sobre o que pode ocorrer quando os líquidos forem misturados e qual será o volume final resultante. Então é realizada a mistura e medido o volume final da mesma. Observam-se em seguida os volumes das provetas controles para perceber que não há variação dos mesmos, significando, desta maneira, que não houve evaporação significativa neste intervalo de tempo.

Solicita-se aos alunos apresentarem explicações para a diminuição do volume na mistura, e que façam representações das partículas constituintes da matéria na mistura de água e álcool.

Resultados e discussão

Os resultados serão apresentados seguindo a ordem de realização dos experimentos em sala de aula e descrição na metodologia. Pretende-se mostrar a evolução da compreensão dos estudantes sobre os diferentes fatores intervenientes na ocorrência dos fenômenos envolvendo transformações da matéria, que foram realizados nesta investigação.

A dissolução e diluição do permanganato de potássio

A formação de soluções envolve o fenômeno de solubilidade, que segundo Romanelli e Justi (1998), para a sua compreensão é necessário perceber que as partículas estão em movimento, que necessitam de espaço vazio para se movimentarem, e que

existem interações (ligações químicas) entre as partículas do sólido, do líquido, e entre os dois na solução.

A atividade realizada com os alunos buscou inicialmente desenvolver a compreensão da existência de partículas como entidades formadoras dos constituintes da solução, e do movimento destas partículas, para posteriormente discutir as condições necessárias para que esta se constitua.

Propõe-se uma atividade de dissolução e diluição do permanganato de potássio em água. Algumas questões foram apresentadas aos estudantes para fomentar a discussão em grupo e a proposição de explicações sobre o fenômeno em estudo.

Em relação à compreensão do fenômeno da dissolução, as alunas tiveram dificuldades para explicar a ocorrência do mesmo. Elas fazem relação com solubilidade, possivelmente tendo como referência a visualização do fenômeno em estudo em sala de aula, pois em atividades anteriores haviam estudado a solubilidade de diferentes substâncias em vários solventes, e o efeito da temperatura sobre este processo. Verifica-se que não ocorreu a utilização de idéias que relacionassem a explicação da dissolução à existência de partículas que constituem o soluto e o solvente.

BRU lê a questão: *“Como você explica o fenômeno da dissolução?”*.

MIL: *“Se explica, eu acho, através da solubilidade que cada substância tem na água”*.

BRU: *“Tá, mas como se explica a solubilidade?”*.

MIL: *“Haa, não sei”*.

Neste momento da atividade, percebe-se a inadequação da interpretação da questão proposta pelo professor, onde os estudantes confundem movimentação das partículas (fenômeno não visível) com agitar o líquido. Isso indica que os estudantes não conseguem perceber a necessidade do movimento das partículas do solvente como condição para o movimento daquelas do soluto. Eles consideram que este movimento pode ser obtido por agitação da mistura, fator que permitiria o “espalhamento do permanganato de potássio na água”.

BRU: *“Como você explica o fenômeno da dissolução? Essa a gente não sabe, então a gente deixa. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem?”*.

MIL: *“O que vocês acham?”*.

MIL: *“Eu acho que sim. Porque se espalhou, não subiu a superfície, mas de um jeito ou de outro ela se espalhou porque não ficou só naquele cantinho, ela ficou em todo fundo do copo”*.

MIL: *“Sim. Pois mesmo a gente não mexendo..”*.

BRU: *“Mesmo sem mexer o líquido as partículas de permanganato..”*.

As evidências indicam que o movimento randômico das partículas em líquidos e gases é difícil de compreender. Por exemplo, Westbrook e Marek (1991) realizaram um estudo envolvendo 100 alunos de graduação, sendo que nenhum deles atribuiu difusão do corante ao movimento randômico de partículas. Novick e Nussbaum (1981) entrevistaram alunos maiores de 16 anos de idade sobre a natureza particulada de substâncias gasosas e evidenciaram que a maioria pareceu aceitar que as partículas de um gás estão uniformemente distribuídas em um recipiente. No entanto, quando perguntados “por que as partículas não se acumulam no fundo do recipiente?”, somente metade deles achava que as partículas estavam em movimento constante.

A participação do professor como mediador das discussões dos estudantes é fundamental como um elemento catalisador da construção de modelos explicativos, seja através do dialogo com os alunos, seja através da elaboração do material instrucional disponibilizado aos alunos, pela utilização de analogias como a apresentada pelo professor no material de apoio: *“quando se descasca uma bergamota é praticamente impossível evitar que alguém não perceba o cheiro da fruta. Em que se baseia o fenômeno do cheiro se espalhar”?* Estas estratégias auxiliam na compreensão do fenômeno de dissolução por comparação ao espalhamento do cheiro no ar, pela utilização de um modelo de partículas em movimento.

BRU: *“Porque as partículas do ar e as do cheiro..”*. Fica gesticulando com o lápis fazendo movimentos circulares como se indicando que estão se movendo.
 MIL: *“As partículas do cheiro da bergamota se espalham pelo ar”*.
 BRU: *“Nas partículas do ar”*.

A proposição, pelo professor, da utilização de modelos concretos através de desenhos nos quais as partículas são representadas por bolinhas, pretende auxiliar os estudantes a compreender as diferenças de estrutura das substâncias no estado sólido, líquido e gasoso. Estes têm dificuldades de realizar a tarefa, pois pela primeira vez estavam fazendo este tipo de representação e ainda não construíram a noção de vazão na matéria. Essa dificuldade é geral da turma, então o professor dá algumas explicações sobre a resolução da questão.

BRU: *“Imagine se pudesse pegar um microscópio super potente”*.
 P1: *“E fazer um zoom. Então vai imaginar que está cheio de bolinhas. Vocês vão fazer representações como é que estariam estas bolinhas”*.
 P1: *“Então como estariam as partículas no estado sólido, líquido?”*.
 P1: *“Então como ficam as bolinhas? Vocês já sabem alguma coisa sobre as propriedades das substâncias, tentem usar isso para desenhar as bolinhas”*.
 BRU: *“Juntas? Ou separadas?”*.
 P1: *“É isso que eu quero saber. Como elas vão estar?”*.

MIL: *“Eu acabei terminando sem entender”.*

Diante da permanência da dificuldade de responder a questão o professor senta-se com o grupo para auxiliá-lo. Ele começa questionando sobre o que as alunas tinham observado no experimento e quais as explicações que tinham proposto para os fenômenos, pois essas observações e explicações servem de subsídio para formular as representações. O professor retoma a discussão sobre o espalhamento do permanganato de potássio em água, de forma que consigam explicar o fenômeno da dissolução e para ampliar a compreensão sobre o movimento das partículas, mesmo que ainda os estudantes não mencionem à necessidade de espaços vazios entre elas.

Resultados de uma pesquisa desenvolvida por Novick e Nussbaum (1978), evidenciaram que alunos de todas as idades acham difícil de imaginar espaço entre as partículas, e intuitivamente “preenchem” esse espaço com alguma coisa, como “um poluente”, “vapor” ou “oxigênio”, por exemplo.

É importante salientar que, ao começar o estudo sobre as partículas constituintes das substâncias através da dissolução do permanganato de potássio em água, os alunos podem observar a cor do mesmo se espalhando pela água e associar isso ao movimento das partículas. Para conseguir explicar o movimento é necessária a existência de espaço vazio. Assim o espaço vazio surge como uma necessidade para as explicações dos fenômenos, ficando mais fácil sua aceitação.

P1: *“O que vocês viram no experimento. Como vocês explicaram a dissolução?”.*

P1: *“O que aconteceu com o permanganato?”.*

MIL: *“Eu falei assim, mas ela (BRU) disse que não. Eu falei que com a dissolução o permanganato foi se dissolvendo na água”.*

P1: *“Se agente botava permanganato, o que acontecia com ele na água?”.*

BRU: *“Se dissolvia”.*

P1: *“Se dissolvia. E o que tu conseguia ver? O que vocês viam?”.*

MIL: *“A cor se espalhando”.*

P1: *“A cor se espalhando, significa que o permanganato está..”.*

BRU/ITE/MIL: *“Se dissolvendo”.*

P1: *“Então o que está acontecendo? Quem é responsável pela cor segundo a resposta que vocês colocaram aí?”.*

BRU/MIL: *“O permanganato”.*

P1: *“Vocês estavam mexendo o copo, ou não?”.*

BRU/MIL: *“Não”.*

P1: *“Então o permanganato estava se espalhando sozinho”.*

BRU: *“Aha (sim) MIL: “É”.*

P1: *“Isso não é a dissolução dele?”.*

MIL: *“Sim”.*

BRU: *“É as partículas de permanganato”.*

P1: *“As partículas de permanganato fazendo o que?”.*

BRU: *“Se espalhando na água”.*

P1: *“No líquido. Isso é o fenômeno da dissolução”.*

BRU: *“No geral, a gente vai dizer que o sólido se espalha no líquido”.*
 BRU: *“As partículas do sólido se dissolvem, se espalham pelo líquido”.*
 P1: *“Se espalham pelas do líquido”.*

Continuando o auxílio ao grupo, o professor corrige a interpretação equivocada das alunas a outra questão proposta, ajudando-as a ampliar a compreensão sobre o movimento das partículas.

BRU: *“As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se mexessem, movessem? Sim. Pois mesmo sem mexer o líquido as partículas..”.* P1 interrompe.
 P1: *“Mas tu está dizendo, sem mexer o líquido. Estou perguntando agora, se as partículas do líquido não se mexessem, será que as de permanganato poderiam se mexer dentro do líquido? Essa é a pergunta”.*
 BRU: *“Sim, eu acho”.*
 MIL: *“Se não, não teriam se espalhado”.*
 P1: *“Se elas se espalharam é porque tem movimento”.*
 BRU: *“Aha (sim)”.*
 P1: *“Se você larga um grãozinho de permanganato a cor se espalha em cima da mesa?”.*
 MIL: *“Não”.*
 P1: *“Não. Se largou na água ele se espalhou”.*
 P1: *“Onde estava se movendo?”.*
 BRU: *“Assim ó professor. Se as partículas do líquido não se movessem não teria como se dissolver. É isso?”.*
 P1: *“Eu estou perguntando, é essa a pergunta”.*
 BRU: *“E eu estou respondendo, não teria como”.*

Há um esforço do professor no sentido de avançar na complexificação do modelo explicativo, introduzindo outra analogia para a construção da noção de vazio.

P1: *“Então, assim, pensem, para poder se movimentar. Pensem em um ônibus cheio”.*
 P1: *“Tu está lá na frente, e quer ir lá para o fundo. Se as pessoas não derem lugar para ti, tem como se mexer?”.*
 MIL: *“Não”.*
 P1: *“Na medida que o pessoal do fundo vai descendo tu consegues ir descendo junto, pois os outros se mexem. Então, só pode se mexer porque tem que ter espaço para se mexer. Então assim, quem estava se mexendo ali, eram as partículas de água, não eram?”.*
 BRU: *“Sim”.*
 P1: *“Só que a gente não está vendo”.*
 MIL: *“Ahh, então”.*
 P1: *“Como a gente consegue ver isso? Pela própria dissolução do permanganato, que ali tem cor”.*
 MIL: *“Então a resposta é não ele não conseguiria se dissolver”.*
 BRU: *“Não, pois para o permanganato se dissolver..”.*
 MIL: complementa: *“O líquido deveria estar se movendo”.*

E retoma a proposição de modelos usando partículas para explicar as propriedades dos estados sólido e líquido, o que vem a contribuir para melhor compreensão dos estudantes sobre o movimento das partículas e sua relação com os espaços vazios nos dois sistemas. Resulta que ao final da intervenção do professor quando as alunas são

questionadas por que dos espaços vazios no líquido, respondem que é devido as partículas do líquido se movimentarem.

BRU lê a questão: “Representando as partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas a seguir indicados: A) o sólido permanganato de potássio”.

P1: “Quais as características do sólido? Vamos pensar no estado sólido, então”.

P1: “Vamos pegar um sólido, por exemplo, vamos pegar este palito. Qual a forma dele?”.

P1: “Se eu fizer assim vai mudar a forma dele?”. P1 inclina a mão que segura o palito para que ele mude de uma posição vertical para uma posição horizontal.

BRU: “Não, a forma é constante e o volume também”.

P1: “E o que acontece? Como estão as partículas?”.

BRU: “Agrupadas (faz gesto unindo as mãos), vamos dizer assim”.

P1: “Elas estão se movendo aqui no sólido?”.

BRU: “Não”.

P1: “Não, então por alguma coisa, elas não podem se mover”. P1 pega uma garrafa com água. “E no líquido elas se movem?”.

BRU faz sinal de positivo com a cabeça: “É lógico”.

P1: “Tem que se mover, se não, não ficariam nesta forma, se bota assim (mexendo a garrafa) fica nesta forma. Se eu abrir aqui assim vai molhar toda classe. Então tem alguma coisa diferente nas partículas do líquido e nas partículas do sólido. Então tentem representar isso”.

P1: “Como será que estão as bolinhas no sólido?”.

MIL: “Elas estão agrupadas”.

MIL: “Um monte de bolinhas agrupadas”.

P1: “Como estão as bolinhas agora da água?”.

MIL “Estão dispersas”.

P1: “Vai ter água e permanganato agora, vai ter que ter bolinha de água e bolinha de permanganato”.

BRU: “Mas mesmo assim elas estão separadas”.

P1: “Então, por que vocês botaram espaço entre as bolinhas?”.

BRU: “Porque é líquido”.

P1: “Mas por que no líquido tem espaço?”.

BRU: “Porque as partículas se movem”.

P1: “Então, a idéia de vocês colocarem este espaço é que as partículas se movem?”.

BRU: “É”.

BRU: “E era essa a moral da questão?”.

P1: “Sim”.

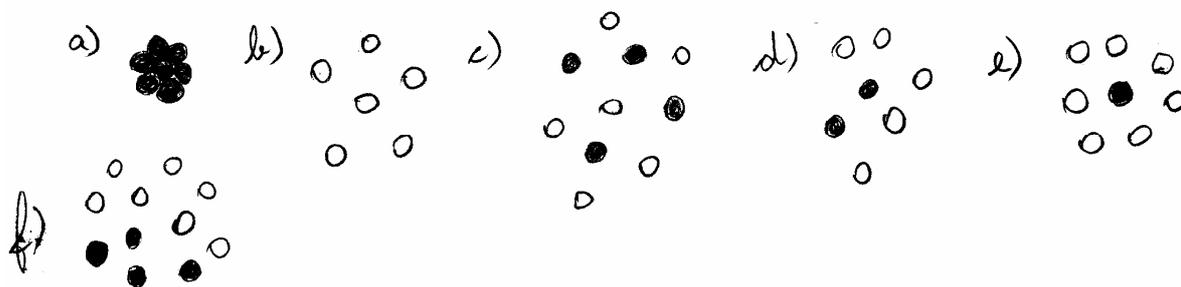


Figura 1 – Representação das partículas de permanganato de potássio e água nas seguintes situações: a) permanganato de potássio sólido; b) água líquida; c) solução aquosa de permanganato de potássio; d) solução diluída de permanganato de potássio 1/10 a partir da solução do item c; e) solução diluída de permanganato de potássio 1/10 a partir da solução do item d; f) solução resultante após 5 minutos de dissolução de permanganato em água em repouso.

Esta foi a primeira representação realizada pelas alunas para as partículas constituintes das substâncias. Verifica-se uma relação entre os aspectos visuais

(macroscópicos) e os modelos que representam as partículas (submicroscópicos). Por exemplo, na diluição da solução, diminui o número de partículas do sólido (item “c, d, e”) conforme visualizam a diminuição da intensidade da cor, de forma semelhante (item f) representam as partículas de permanganato de potássio na parte de baixo do desenho, pois a cor é mais intensa no fundo do recipiente. Observa-se ainda que nos sistemas líquidos as estudantes representam as partículas separadas por espaços vazios, condição necessária expressa em suas falas, para justificar o movimento das partículas nos mesmos.

No contexto da solubilidade, Ebenezer e Erickson (1996) empreenderam uma pesquisa sobre as intuições atomísticas de estudantes do secundário, utilizando entrevistas e desenhos dos estudantes para apoiar suas explicações. Entre seus resultados, demonstram a tendência dos estudantes em estender seu entendimento das propriedades dos materiais do nível macroscópico para o nível submicroscópico. Por exemplo, alguns alunos supõem que quando o açúcar é dissolvido em água, ele seria liquefeito. Os autores ponderam que a interação e, também, a distinção entre as propriedades macroscópicas e submicroscópicas é uma característica importante da química e crucial para o êxito no entendimento dos conceitos da química. Ou seja, as transformações por que passam os materiais não são as mesmas que ocorrem com as partículas, não existe isomorfismo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Valanides (2000), em sua pesquisa com adultos, estudantes de cursos de formação de professores para a escola primária. As entrevistas com esses professores evidenciaram as suas dificuldades em interpretar as mudanças macroscópicas observáveis a partir de compreensões corpusculares, submicroscópicas. Observou-se, por parte dos sujeitos, um entendimento mais perceptual que conceitual. Eles tenderam a descrever que as moléculas sofrem as mesmas mudanças visíveis das substâncias, assim acreditavam, por exemplo, que elas expandem, contraem e fundem.

A expansão do ar sob aquecimento

Na experiência do aquecimento do ar contido no frasco de vidro com expansão do mesmo ocasionando enchimento do balão colocado na boca do frasco, inicialmente as alunas consideram que não há nada dentro do frasco, desconsiderando a presença de ar. Este só vai ser percebido durante a continuidade da leitura do material instrucional que menciona que há ar dentro do frasco.

BRU lê: *“Procedimentos e questões. 1. Você recebeu um frasco de vidro, existe alguma coisa dentro dele?”*.

MAI e MIL: “Não”.

MAI: “Dentro dele não, só fora”.

BRU continua lendo: “Na questão 1 foi perguntado se havia algo dentro do frasco”.

BRU: “Espera aí vocês estão loucas”.

BRU: “Escutem, escutem. A gente não está se ligando, olha só aqui”. E lê a questão 1: “Você recebeu um frasco de vidro, existe alguma coisa dentro dele?”. E comenta: “É lógico. Ar”

BRU: “Tem ar dentro. É lógico que existe ar”.

MIL: “Existe ar”.

Depois de realizado o aquecimento as alunas devem propor explicações para o fenômeno. Observa-se que elas consideram que o ar se deslocou do frasco para o balão, ficando o primeiro vazio. As alunas utilizam uma explicação macroscópica de natureza substancialista, pois o “ar” é impulsionado para o balão, desconsiderando a presença de partículas na mistura gasosa.

MIL: “Olha BRU, a próxima (questão). Por que o balão de festa ficou inflado? Eu acho que a temperatura impulsionou o ar que estava dentro do frasco e encheu o balão”.

MIL: “Só falta tu colocar que foi impulsionada para dentro do balão. Ficaria mais claro”

BRU: “Porque a alta temperatura fez com que o ar que estava no interior do balão fosse impulsionado, fazendo o balão inflar”.

MIL: “Fosse impulsionado para onde? É isso que eu estou querendo dizer”.

No diálogo apresentado a seguir se identifica duas posições conflitantes entre os estudantes, e que precisa ser resolvida para que elas possam realizar a representação por desenhos explicativos do sistema antes e depois do aquecimento. Uma que considera que o ar sobe para o balão saindo do frasco, e a outra que o ar deve ficar em todo o sistema (frasco + balão).

Percebe-se no diálogo que ambas estudantes passam a utilizar modelos com partículas para explicar a expansão da mistura gasosa, uma considerando que estas ocuparão uniformemente o espaço disponível em todo o sistema e a outra que considera que há uma concentração maior de partículas no balão de festas. Em ambas as idéias se percebe que está havendo a consideração de um aumento do espaço vazio entre as partículas, porém em uma delas ele é uniformemente distribuído. Não se evidencia em suas manifestações que elas estejam considerando que o aumento de volume seja ocasionado por um aumento do tamanho das partículas que constituem a mistura gasosa, como se tem referenciado na literatura (Barker, 2000).

MIL: “Não tem nada aí”.

BRU: “Eu não consigo explicar isso”.

BRU: “Mas o ar fica em tudo, em todo o recipiente, não interessa. Não tem um por que”.

MIL: “Eu acho, que neste aqui, (referindo-se ao desenho antes do aquecimento) o que tu tem que fazer, tu tem que encher de bolinha para representar o ar. Neste aqui (referindo-se ao desenho depois do aquecimento) tu tem que encher aqui (balão de

festas depois do aquecimento no desenho do sistema macroscópico) *de bolinhas, e colocar poucas bolinhas aqui* (circulo de zoom imaginativo para o frasco com o ar aquecido) *dando a entender que as partículas de ar que subiram para cá e ficaram poucas, entendeu? Ou então nenhuma”*.

BRU: *“Mas ar vai ter sempre”*.

MIL: *“Sim. Ar vai ter sempre. Por isso que eu estou dizendo. Vai ter que colocar poucas aqui. Não sei se está certo mas é o que eu acho”*.

O professor faz questionamentos aos estudantes sobre a distribuição das partículas no sistema aquecido, contribuindo para que os estudantes compreendam que existe a mesma quantidade de ar antes e depois do aquecimento, conservando o número de partículas e aumentando o volume, o que permite considerar que há um número menor de partículas por unidade de volume e maior espaço vazio entre elas, ou ainda, que ao serem aquecidas as partículas se espalham ocupando um volume maior (frasco + balão).

P1: *“É como se tivesse um zoom aqui e daí vê as partículas. Aqui é gás e aqui é gás”*.

BRU: *“Pois é aqui tem menos e aqui tem..”*.

MAI: *“Aqui tem menos e aqui tem mais”*.

BRU: *“Pois aqui com o..”*. *“...aquecimento, foi impulsionado o ar para cima, não foi?”*.

P1: *“Bom, foi para cima e não tem mais ar em baixo?”*.

MIL: *“Tem poucas, mas tem”*.

P1: *“Era isso que eu queria saber”*.

BRU: *“Tem mais ar aqui do que aqui”*. (apontando para o balão de festas e para o frasco, ambos do sistema aquecido)

MIL: *“Não!”*

P1: *“Não. aqui e aqui (apontando para o balão de festas e para o frasco, ambos do sistema aquecido) tem a mesma quantidade de ar?”*..

P1: *“Aqui (frasco frio) está toda a quantidade de ar, mas está restrito aqui (frasco), certo?”*.

MIL: *“Haha”*.

P1: *“Aqui e aqui (frasco e balão no sistema aquecido) tem a mesma quantidade de ar, só que restrito a tudo isso aqui”*. (apontando para o frasco mais o balão no sistema aquecido).

MIL: *“Pois é, está certo então?”*.

BRU: *“Aqui assim ó e lê a questão: utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias, explique como o balão de festas ficou inflado”*.

BRU complementa logo depois: *“São pequenas partículas, mas são muitas”*.

MIL: *“Eu acho assim. Se espalharam, subiram do frasco até o balão inflando-o”*.

Pode-se inferir pela fala de MIL que ela ainda pode estar pensando que há uma densidade maior de partículas de ar no balão de festas. No entanto, se evidência nas falas que os estudantes estão considerando o movimento das partículas constituintes do gás e espaços vazios presentes entre elas.

Em relação à expansão térmica do ar, a tese de doutorado Benlloch (1993) aponta diversas concepções alternativas manifestas pelos estudantes. A tese teve por objetivo conhecer as teorias de crianças e de adolescentes acerca da expansão do ar devido a uma mudança de temperatura, além de examinar a persistência e as mudanças que sofrem as

crenças dos sujeitos acerca dos conceitos de ar e de calor. As teorias que os sujeitos expressaram para o enchimento do balão foram:

a) Inicialmente o recipiente de vidro se encontra vazio. Com o aquecimento, ocorre entrada de matéria no vidro que acaba por encher o balão. A matéria que vem de fora e atravessa o vidro pode tanto ser vista como ar quanto como calor, o que indicaria uma compreensão substancialista.

b) O recipiente tanto pode ter ar como estar vazio, ao início. Com o aquecimento do vidro, ocorre a criação ou produção de matéria (ar ou oxigênio, por exemplo) dentro do vidro, que, posteriormente, desloca-se para o balão por efeito do calor.

c) Ao início, existe ar dentro do vidro. Com o aquecimento, não se altera o volume do ar, mas sim ocorre seu deslocamento, de forma compacta, do erlenmeyer para o balão. A parte de baixo do vidro, próximo à chama, fica vazia, como um vácuo. O ar se desloca porque é empurrado pelo calor.

d) Existe ar dentro do vidro e o ar é composto por partículas. Quando aquecido, as partículas que fazem parte do ar crescem ou são dilatadas, ocorrendo o aumento do volume do ar e, por isso, o balão se enche.

e) Existe ar dentro do vidro e o ar é composto por partículas. Quando aquecido o ar, as partículas que o formam se agitam e se distanciam umas das outras, provocando um aumento do volume de ar e o enchimento do balão.

A vaporização e condensação do éter

Neste experimento se busca a compreensão dos alunos sobre os fenômenos de vaporização e condensação do líquido/vapor que estão contidos nos frascos. A explicação dos fenômenos envolve a proposição de movimento das partículas constituintes do vapor, no espaço vazio. Os alunos têm dificuldades, pois o movimento das partículas não é visual, eles apenas consideram que o líquido está vaporizando e passando/movendo-se para o outro balão, ou em termos do líquido vaporizando e condensando.

BRU: *“Eu coloquei assim. Acho que o líquido incolor vai evaporar movendo-se para o outro balão se concentrando lá, pois a água estará fria”.*

P1: *“Mas por que ele consegue se mover de um lado para o outro? Vocês estão vendo alguma coisa aqui?”.*

BRU: *“Ai, por causa do ar dentro do recipiente, ou sei lá”.*

P1: *“Pois é isso que nós estamos tentando investigar. A gente consegue ver ele passando daqui para lá?”.*

BRU/ITE: *“Não”.*

BRU: *“Não, pois ele está na forma de gás”.*

P1: *“E como é que está esta forma de gás? Como ele passa de um lado para o outro?”..*

BRU: *“Eu disse por que tinha gás”.*

BRU: *“O líquido. Assim ó professor. O líquido incolor está passando de um lado para o outro, o líquido está evaporando, se transformando em gás e vai passar para o outro lado e lá vai ficar porque a água está gelada e ele não vai evaporar”.*

P1: *“Mas quando ele chega aqui assim (balão frio) ele chega na forma de que?”.*

BRU: *“De gás”.*

P1: *“E por que ele fica líquido ali?”.*

BRU: *“Porque a água está gelada, está fria”.*

P1: *“Só que agora, aqui assim. Como ele vai passar de um lado para o outro”.*

Indicando com os dedos o caminho de um balão pra o outro.

BRU: *“Professor olha só. A água quente está aquecendo o líquido, incolor”.*

BRU: *“Fazendo com que ele evapore se transformando em gás”.*

P1: *“E daí?”.*

ITE: *“Está passando”.*

BRU: *“Ele vai passando para lá em gás. Quando ele chega lá, está gelado, está frio o recipiente”.*

BRU: *“E como está frio a água torna-se líquida, a água não, o líquido”.*

O professor ao insistir sobre como o líquido passa de um lado para outro, de um balão para outro, recebe como resposta dos alunos que isto ocorre através do ar, que as partículas do ar empurram as partículas de vapor do líquido incolor, que não teriam capacidade de se movimentar sozinhas. Pode-se perceber uma rejeição a idéia de não existir nada, ou seja, de vácuo. Novamente o professor utiliza analogias do movimento de uma pessoa para questionar se o vazio atrapalha o movimento.

P1: *“Como é que o vapor vai passar de um lado para o outro?”.*

BRU: *“Através do ar”.*

BRU: *“Porque tem ar dentro do tubo”.*

P1: *“E se não tivesse ar dentro deste tubo?”.*

ITE: *“Dai não ia adiantar, não ia passar”.*

BRU: *“Não teria como não ter ar dentro do recipiente, tem?”.*

P1: *“Poderia ter um vácuo. É não ter nada”.*

P1: *“Mas o ar atrapalha? Ter ar ou não ter ar atrapalharia as moléculas, ou não? As partículas?”.*

BRU: *“Eu acho que sim, tem que ter água, ter ar para elas se moverem, eu acho”.*

P1: *“Vamos pensar assim... Por que precisa ter ar para se mover?”.*

BRU: *“Porque as partículas não se deslocam, vamos dizer assim”.*

P1: *“Vamos pensar, num modelo mais macroscópico. Pensa tu se movendo. Tu consegue se locomover com facilidade dentro da sala?”.*

BRU: *“Claro”.*

P1: *“Para tu se mover para cá (indicando uma direção por cima da mesa e onde tinha outros colegas) é mais fácil do que se mover para lá?”.* (indicando um caminho desimpedido sem classes e pessoas).

BRU: *“Não, porque o senhor está na minha frente”.*

P1: *“Então, para se mover não pode ter espaços ocupados, certo?”.*

BRU: *“Certo”.* ITE: *“Aha. (sim)”*

P1: *“Onde tem mais espaço para se mover, em um ônibus vazio ou em um ônibus cheio?”.*

ITE: *“Num ônibus vazio”.* BRU: *“Vazio”.*

P1: *“Então, para haver movimento, tem que ter espaços vazios também”.*

BRU: *“Sim né”.*

P1: *“Então o espaço vazio atrapalha o movimento?”.*

ITE e BRU: *“Não”.*

P1: *“Então se não houvesse ar atrapalharia o movimento?”.*

BRU e ITE: *“Não”.*

BRU: *“Mas o ar não facilita isso?”.*

ITE: “Não”.

P1: “Não. O ar são mais partículas para... São mais pessoas (indicando com o braço vários alunos espalhados pela sala) para ti “pechar””

BRU: “Ta bom”.

P1: “Claro que são muito poucas pessoas. São muito espalhadas as partículas..”.

A partir do entendimento do movimento de partículas no espaço vazio, o professor questiona os alunos sobre as características destas nos sistemas líquido e vapor, no sentido de ocorrer modificações das partículas na mudança de estado físico. Os alunos entendem que as partículas são as mesmas, que elas não se modificam, e que a diferença ocorre no seu agrupamento.

P1: “Nós estamos falando a idéia de partículas. O que está acontecendo com a partícula do líquido que está aqui?”. (balão quente) *Que aqui é líquida. E o que acontece com a partícula?*”.

ITE: “Vai evaporar”.

P1: “Vai evaporar, ela se destrói ou não?”.

ITE: “Não”.

P1: “Não. O líquido que eu tenho aqui (balão quente) é o mesmo que eu tenho aqui, (balão frio) não é?”.

ITE: “Sim”.

P1: “Então devem ser as mesmas partículas. Elas só se transformam em vapor”.

P1: “Vamos agora à idéia de partícula. Se eu tenho uma partícula aqui, ela está saindo do líquido e indo para o vapor. A substância, ah, a partícula está se modificando?”.

ITE: “Não”.

P1: “Não. A partícula não se modifica? Tanto que quando ela volta aqui para o lado de cá (balão frio) ela é a mesma substância”.

BRU: “É que aqui ela está mais agrupada”.

ITE: “E do lado de lá não”.

P1: “Ahh! Aqui (balão quente) elas estão mais agrupadas. Quando passa para o vapor o que acontece com o agrupamento delas?”.

BRU/ITE: “Elas se espalham”. Fazendo gestos com as mãos.

P1: “Se espalham, certo”.

O professor faz uma relação do agrupamento das partículas com a densidade da substância nos diferentes estados físicos, retomando a idéia de que as partículas são as mesmas independente do estado físico e que, portanto há conservação da massa e variação de volume, ou da distância entre as partículas, pois a densidade é diferente para uma mesma substância em estados físicos diferentes.

P1: “Elas se espalham, estão se espalhando. Como a gente pode perceber bem isso? Pela própria densidade dos líquidos e dos gases. Os gases não são menos densos que os líquidos e os sólidos?”.

BRU: “São”.

P1: “São menos densos”.

P1: “Se eles são mais densos (sólido), o que acontece, eles tem mais massa?”.

P1: “Ou eles tem mais massa e menos volume?”.

P1: “O que acontece ali assim? A partícula muda?”.

ITE junto com P1: “Não”

P1: “Se a partícula não muda, a massa dela muda?”.

ITE: “Não”.

P1: “Não, basicamente o que vocês disseram que mudou? A distância entre elas, não é?”.

Alunos confirmam

P1: “A distância então está relacionada se vocês pegarem três dimensões, vai dar o que?”. Não vai se representar o volume?”.

ITE: “Vai”.

P1: “Então se está aumentando a distância entre elas, está aumentando o volume entre elas. Então se a massa é a mesma e o volume é maior, o que acontece com a densidade?”.

P1: “Densidade é a massa dividida por volume. Por isso a densidade do gás é menor, tem mais espaço entre as partículas, por isso o volume vai ser maior também. Se a densidade do gás é menor, tem mais espaço para as partículas se moverem entre elas”.

Há a necessidade de explicar por que ocorre o aumento de volume quando o líquido vaporiza. É necessário construir a noção de que o vapor/gás ocupa todo o espaço disponível do recipiente que o contém.

P1: “O que está acontecendo com as partículas agora, elas estavam ali agrupadas..”.

ITE: “Elas estão agrupadas, então se quebram e se espalham e passam para o outro lado”.

P1: “E por que elas se espalham e conseguem vir para cá?”. (balão frio)

P1: “Tem alguma coisa impedindo elas de virem para cá?”.

BRU/ITE: “Não”.

P1: “Isso é uma característica do gás, um gás pode se expandir até todo o recipiente que ocupa”.

ITE: “Então ele passa para o outro lado e se reagrupa”.

P1: “Então quando elas se condensam aqui assim (balão frio). O que acontece? Não vai sobrar espaço aqui, não vai? Então as moléculas vão continuar a vir para cá. Por que a tendência é todo o tubo estar ocupado com a mesma concentração de gás”.

ITE: “Só que a gente não vê”.

P1: “Só que a gente não vê o gás”.

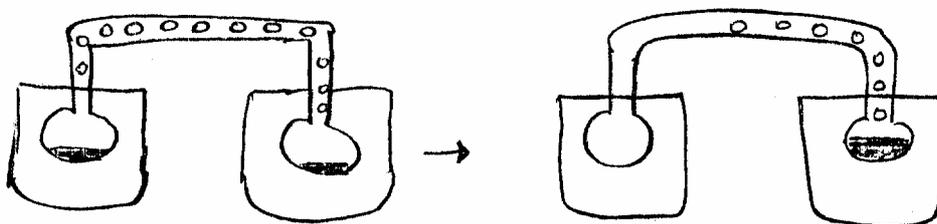


Figura 2 – Desenho proposto para explicar a evaporação e condensação do líquido incolor (éter) utilizando a idéia de partículas.

Observa-se nos desenhos que as alunas representam as partículas em movimento no sentido do frasco (balão) aquecido (esquerdo) para o resfriado (direito). No momento em que não há líquido no frasco aquecido verifica-se que as alunas não representam mais partículas no mesmo, indicando que elas consideram que todo o vapor está condensado no frasco da direita.

A visão espontânea das crianças sobre a matéria é baseada no princípio de “ver para crer”. As partículas não podem ser vistas, então elas não precisam existir em um modelo funcional para explicar o comportamento da matéria.

Stavy (1990) estudou as habilidades de crianças entre 9 e 15 anos em conservar a massa e a matéria. Foi mostrado aos seus alunos propanona evaporando em um tubo fechado. Cerca de 30% das crianças pensou que a propanona havia desaparecido.

A sublimação do Iodo

Numa primeira explicação os estudantes consideraram que o aumento de temperatura faz com que as partículas se dispersem dando uma forma de pó ao sólido. Os alunos têm dificuldades de perceber as mudanças de estado físico envolvendo o sólido (iodo), através de um processo de sublimação, e seus vapores.

BRU lê sua resposta: *“Eu coloquei assim: Porque acredito que o aumento da temperatura faça com que as suas partículas se dispersem dando forma de pó ao sólido”.*

Os estudantes não reconhecem os pontos brilhantes (iodo) na parede do frasco como sendo o sólido inicial, e consideram que ele sumiu/desmanchou. Consideram ainda que ele está disperso na forma de vapor dentro do recipiente, e que por isso não é possível ver estas partículas. Mesmo que não consigam explicar o fenômeno, a admissão que o sólido está no frasco pode evidenciar a compreensão da conservação da matéria, associada a entendimentos anteriores de que são constituídas das mesmas partículas.

Stavy (1990) relata que as crianças raciocinam de maneira diferente quando a substância estudada permanece visível. Assim como a experiência da propanona, as crianças explicaram o que elas achavam que ocorria quando o iodo sólido era colocado em um tubo fechado e era aquecido para produzir o vapor roxo. Desta vez, 30 a 50% das crianças na faixa dos 9 aos 15 anos perceberam que o peso do material não mudava, enquanto 70 a 95% pensaram que a matéria em si fora conservada. Isso contrasta com os resultados relatados anteriormente para a demonstração da propanona.

P1: *“Se eu esquentar volta a cor, mas de onde surge está cor? Recapitulando”.*

BRU: *“Do sólido”.*

P1: *“Do sólido. E onde está o sólido agora?”.*

BRU: *“Desmanchado, sumiu, sei lá”.*

MAI: *“Se transformou”.*

P1: *“Mas onde está ele agora?”.*

BRU: *“Estão dispersos aí, sei lá”.*

P1: *“Dispersos onde?”.*

BRU: *“Dentro do recipiente”.*

P1: *“Da para ver estas partículas?”.*

BRU: *“Não pois estão em forma de vapor”*

P1: *“Mas o vapor não é a coisa rosa?”.*

BRU: *“É professor”.*

P1: *“Mas onde está a coisa rosa agora?”.*

As alunas estão confusas para explicar a cor dentro do frasco.

BRU: *“O que é a cor dentro do tubo?”*. Ela complementa respondendo: *“É o sólido se transformando em vapor”*.

MAI: *“Não é a dispersão das partículas que se abrem e..”*.

BRU: *“... se está no vapor as partículas já estão dispersas”*.

Pode-se constatar que as alunas estão usando a idéia de partícula com mais naturalidade e com maior frequência em suas falas, utilizando-as sempre que possível para explicar as características dos sistemas materiais. Como se verifica no trecho abaixo, no qual, ao responder sobre o que seria a cor dentro do tubo, ao invés de dizer simplesmente que era vapor, complementam a resposta colocando que as partículas estariam dispersas. Elas estão associando a descrição do vapor à dispersão das partículas e espaços vazios entre elas, além de admitirem a conservação da quantidade de matéria.

BRU: *“Professor a pergunta o que é a cor que surge dentro do tubo, eu coloquei: é o sólido se transformando em vapor, ou seja, suas partículas ficam bem dispersas, é isso?”*.

P1: *“Está no estado sólido ou já está em outro estado?”*.

BRU: *“Eu coloquei que é o sólido se transformando em vapor. O que é a cor? É o sólido se transformando em vapor”*.

P1: *“Ou já é o vapor?”*.

BRU: *“Não, já é vapor”*.

MIL: *“É o vapor do sólido então”*.

MIL: *“A quantidade de material brilhante é a mesma da quantidade de material contida na pedrinha colocada no início ou houve alteração na quantidade? Eu acho que não, as partículas só se dispersam”*.

A observação realizada sobre os cristais de iodo ressublimados, a nível macroscópico, gera confusão entre as alunas quando relacionam com representações a nível microscópico, pois estão considerando o aspecto visual quanto ao grau de partição do sólido, afirmando que as partículas resultantes da transformação estão mais dispersas.

P1 referindo-se para o círculo representando o sólido inicial: *“Aqui, qual é o estado físico?”*.

MIL: *“Sólido elas estão todas bem juntinhas”*.

P1 referindo-se para o círculo representando o sólido final: *“E aqui em cima?”*.

MIL: *“Estão mais dispersas pois o sólido foi (fazendo gestos com as mãos indicando que o sólido está espalhado) dividido. Então as partículas estão mais espalhadas”*.

P1: *“Estamos fazendo uma representação microscópica, estamos pegando um pedaço daquele sólido”*.

P1: *“Não é o mesmo sólido?”*.

MIL: *“É”*.

P1: *“Então por que estariam diferentes?”*.

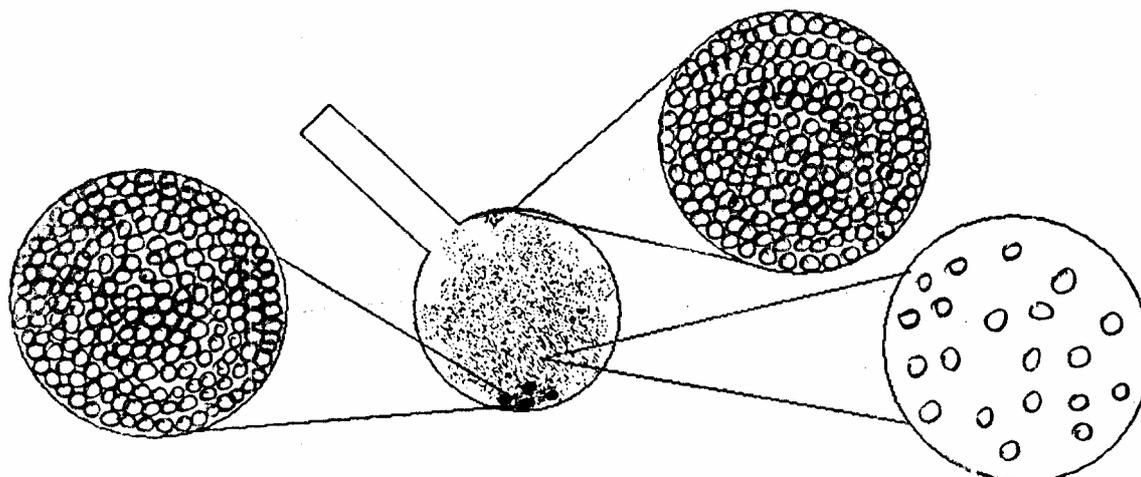


Figura 3 – Representação das partículas de iodo no estado sólido e vapor.

No círculo da esquerda as alunas representam os grãos de iodo antes do aquecimento. No círculo da direita e acima está representado o iodo ressublimado. Em ambas se pode verificar que as partículas estão desenhadas de forma agrupada, o que já havia sido realizado em atividade anterior para representar as partículas de permanganato de potássio no estado sólido. No círculo da direita e abaixo representam as partículas no vapor de iodo, distribuindo-as separadamente com espaços vazios para explicar seu movimento, evidenciando sua compreensão sobre as diferenças de distribuição das partículas nos diferentes estados físicos da matéria.

O professor questiona as alunas sobre o fator que determina o agrupamento/desagrupamento das partículas, e elas associam a mudança de temperatura a este fator.

BRU lê a questão: *“Utilizando a idéia de pequeníssimas partículas constituintes das substâncias, explique o que ocorreu no sistema? Eu coloquei assim. Quando sólidas, as partículas estavam bem agrupadas, quando vapor as partículas ficaram dispersas, quando brilho, ele estava com suas partículas bem agrupadas, pois também é sólido”.*

P1: *“E o que fez as partículas se agruparem e se desagruparem?”.*

BRU: *“A temperatura”.*

BRU: *“Colocar o motivo disso é a temperatura. É isso?”.*

P1: *“Não, O que o aumento da temperatura faz agrupar ou desagrupar?”.*

BRU: *“MIL eu complementei assim: As partículas são desagrupadas quando há um aumento de temperatura e agrupadas quando há resfriamento”.*

A Mistura de álcool e água

Inicialmente os alunos devem fazer representações para as partículas de dois líquidos diferentes (água e álcool), as alunas ficam discutindo para decidir que tipo de representação usariam para as partículas. O professor propõe que elas utilizem bolinhas,

para representar as partículas. As alunas divergem sobre o arranjo das partículas, ou seja, a distribuição no espaço para cada um dos líquidos.

BRU: *“Então professor vai ser tudo igual”.*

MAI: *“Não espera ai, umas vão ser mais separadas e outras vão ser mais juntas. Sei lá eu imagino”.*

BRU: *“Por que, se os dois são líquidos?”.*

O professor faz um comentário para toda turma, retomando a idéia de que as partículas são os constituintes das substâncias. Nelas as partículas não podem mudar, pois cada substância é formada por um tipo de partícula. E o que muda de um estado físico para outro é a interação que existe entre as partículas. Comentando a seguir que as representações mais comuns que estavam sendo feitas eram *“no sólido as partículas bem juntinhas, no líquido estão separadas e no gás bem separadas”*, faz uma diferenciação em termos de distanciamento das partículas, ou seja, do espaço vazio entre elas.

O professor retoma um tema já discutido em sala de aula: *“Então voltando à dissolução. O que acontece com as partículas? Elas desaparecem?”.* A idéia de partícula é assim: *as substâncias são representadas por partículas, a água é feita por partículas, o álcool é feito por partículas. Se a partícula mudar o que estaria acontecendo com a substância? Mudaria também. Então a partícula não pode mudar. Vocês têm que se darem conta que para mudar a partícula, muda a substância. Cada substância tem a sua partícula. Geralmente o que muda de um estado físico para outro é o tipo de interação que vocês têm entre as partículas. O tipo mais comum de desenhos que vocês fazem é: no sólido as partículas estão bem juntinhas, no líquido estão separadas e no gás bem separadas. Vocês desenharam a mesma partícula, pode ser bolinha, só aumenta a distância entre elas, conforme o estado físico que aparece. Agora no caso na mistura um líquido no outro. As partículas de água vão desaparecer? As partículas de álcool vão desaparecer?”.* E os alunos respondem: *“Não. Vão se misturar”.*

Após a mistura das substâncias e a constatação da diminuição de volume, as alunas não conseguem relacionar a observação a uma explicação de natureza particulada da matéria, considerando espaço vazio e interações entre estas, e propõe que houve evaporação do líquido, mesmo sabendo que os líquidos separados como controle do experimento tenham ficado com o mesmo volume, durante o tempo de ocorrência do mesmo.

BRU: *“Eu não entendo como aconteceu isso”.*

MAI: *“O seguinte, ele passou uma vez para gente dai no caso estava 100mL e a outra vez que passou estava 98mL porque o álcool evapora mais rápido que a água”.*
 ITE: *“Não porque o professor misturou tudo”.*
 BRU: *“Não. Tu não entendeu. Eu quis dizer, tudo bem, a mistura deu 98, mas por que o álcool e a água não evaporaram?”.*
 MAI: *“Pois é. Mas passou um tempo não é? Agora tem que esperar passar de novo”.*
 BRU: *“Mas passou o mesmo tempo que passou a mistura”.*
 BRU: *“Por que não evaporou? Porque a mistura é mais rápida a evaporação”.*
 MAI: *“É por que não evaporou?”.*
 BRU: *“Professor, por que não evaporou? Eu não entendi”*
 BRU: *“Como dá 98 nos outros? Nos outros também teria que dar 49 e 49”.*
 P1: *“Tinha 50 mais 50 e deu 98”.*
 BRU: *“Não. Não, espera aí”.*
 ITE: *“Eles evaporaram”.*
 P1: *“Não”.*
 BRU: *“Eu entendi que eles não evaporaram”.*
 P1: *“Isso mesmo eles não evaporaram. Aqueles frascos, aqueles testes controles”.*
 BRU: *“Eles não evaporaram porque não mexeram neles”.*
 P1: *“Não”.*
 P1: *“Se aqueles frascos controles evaporassem, eu poderia dizer que o volume diminuiu por que evaporou algum material”.*
 P1: *“Como eu tenho aquele controle e eles não evaporaram, não diminuíram de volume. Neste intervalo de tempo não evaporou o suficiente para dizer que evapora”.*
 BRU: *“Aha (Sim)”.*
 P1: *“Então tu não pode dizer que o volume diminuiu porque evaporou. Tem que criar outra explicação para o volume diminuir”.*
 BRU: *“Aha (sim) tá, então a pergunta é a seguinte: se os níveis não mudaram significa que nem a água nem o álcool sofreram evaporação”.*
 BRU: *“Como você explica o fato do volume final da mistura de água mais álcool. Ai professor, como eu vou explicar isso?”.*
 P1: *“Pelo modelo de constituição da matéria que a gente têm”.*

Lee e colaboradores (1993) mostram que estudantes do nível fundamental escolar têm dificuldade de entender o fenômeno de dissolução, pois não consideram as interações entre soluto e solvente, e as condições para que esta ocorra, como ocupação de espaço, movimento e reagrupamento. Isto está relacionado com a pouca habilidade dos estudantes de proporem modelos submicroscópicos para explicação do fenômeno. Dissolução é freqüentemente descrita como uma mistura considerando um deslocamento ou substituição de substâncias, e não como uma interação entre partículas do solvente e soluto (Anderson, 1990).

O professor questiona sobre os espaços vazios presentes nos desenhos feitos pelas alunas (figura 4), o que há nestes espaços vazios? As estudantes têm dificuldade de perceber que nestes não há partículas das substâncias. Enfatiza que estes podem ser ocupados por partículas de outras substâncias gerando um reagrupamento das mesmas quando as substâncias interagirem entre si ao serem misturadas.

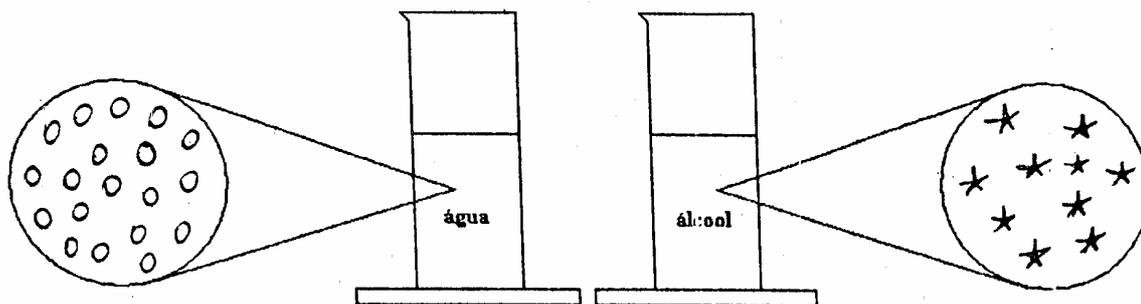


Figura 4 – Representação das partículas de água e álcool antes da mistura.

As alunas representam de forma semelhante o arranjo das partículas nos dois líquidos, evidenciando os espaços vazios entre elas. Expressam a compreensão de que estão representando substâncias diferentes com partículas diferentes, mas com distribuição espacial semelhante por se tratarem de sistemas líquidos.

P1: *“Pelos modelos que a gente está criando aqui assim”*. (P1 aponta para a folha de BRU na qual estavam as representações da água e do álcool, para em seguida apontar para a representação feita para a água). *“Tem só partículas aqui?”*

ITE: *“Sim”*.

BRU: *“Como assim?”*.

P1: *“Tem partícula aqui, tem partícula aqui”* apontando para as partículas desenhadas na representação da água. P1 indica na representação um local onde está desenhada uma partícula e comenta: *“Tem uma partícula aqui, certo?”*.

BRU: *“Certo”*. ITE: *“Sim”*.

Agora apontando para outra partícula desenhada P1 comenta: *“O que tem aqui? Partícula não é?”*.

BRU: *“Sim”*. ITE: *“Sim, todas são”*

P1: *“O que tem aqui?”*. Apontando para uma região em branco na representação.

P1: *“Você desenhou partículas aqui?”*.

BRU: *“Não, mas deve ter”*.

P1: *“Mas tu não desenhou. O que é para ser aqui? O que é para ter aqui onde tu não desenhou nada?”*

BRU: *“Ai professor! O que é para ter ali?”*. Pergunta para ITE.

ITE: *“Nada”*.

P1 confirma: *“Nada! Não é?”*.

BRU: *“Ai que lógica esta resposta”*.

P1: *“Ou a gente pode dizer que está um espaço vazio, se não tem nada ali, não é?”*.

BRU: *“Aha, tá”*

P1: *“Quando tu mistura este com este”,* apontando para os desenhos do álcool e da água, *“será que este espaço vazio não pode diminuir?”*.

ITE: *“Juntar?”*.

P1: *“Tu não misturou tudo? Não vão estar misturadas estas partículas com estas partículas?”*. Apontando para as partículas de água e álcool das representações da folha. *“Elas podem se juntar e diminuir o espaço vazio que tem entre elas. É uma próxima interação que tem aí”*

BRU/MAI: *“Porque no juntar-se as partículas, quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas.”*

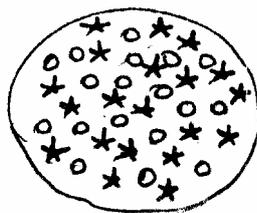


Figura 5 - Representação das partículas de água e álcool na mistura.

Observa-se no desenho a conservação das partículas das substâncias, representadas pelo mesmo tipo de figura (bolinhas e estrelas). Continuam representando o espaço vazio, porém em proporção menor, como forma de explicar a diminuição de volume na mistura.

O professor faz analogias utilizando bolinhas de gude e sagu para representar as partículas constituintes das substâncias. Para os alunos visualizarem que mesmo um frasco estando cheio de bolinhas de gude pode ser adicionado sagu ao mesmo e posteriormente pode ser adicionado ainda sal de cozinha, que ocupam os espaços vazios entre as bolinhas de gude. Ou seja, que as partículas representadas pelo sagu podem ocupar os espaços existentes entre as partículas representadas pelas bolinhas de gude. E enfatiza que esta analogia pode representar o que ocorre com as partículas de água e álcool quando elas são misturadas.

Também mostra neste modelo, representando as partículas no estado líquido, que as mesmas podem se mover umas em relação às outras. De forma semelhante faz uma representação para o estado sólido, feito com bolinhas de sagu, onde as partículas (bolinhas de sagu) estão fixas em uma posição com relação as outras. O professor molha, com pouca água, uma pequena quantidade de sagu, e mostra um aglomerado feito de bolinhas de sagu molhadas e após secas no micro ondas, que ficou bem rijo, que era possível dar pequenas batidas sobre a mesa que ele não quebrava. Esse ‘aglomerado’ foi feito para ser uma possível representação do estado sólido onde as partículas estariam ‘fixas’ uma em relação às outras.

Considerações finais

Nas cinco atividades desenvolvidas se buscou a compreensão dos estudantes sobre os diferentes fenômenos em estudo, analisando suas manifestações através de suas proposições de modelos explicativos que utilizam fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico. Para tal alguns entendimentos são essenciais para este

empreendimento: a matéria é constituída de partículas, que se movimentam num espaço vazio, e que também interagem.

Cada uma das experiências tinha o objetivo de desestabilizar o conhecimento dos estudantes, fomentar o entendimento dos aspectos citados acima, como elementos necessário à compreensão dos fenômenos em estudo, sempre num processo cíclico espiralado crescente, no sentido da retomada dos conceitos construídos como forma de consolidá-los e servirem de âncora para novas construções conceituais. Em cada experiência um novo desafio, novas construções.

Até a idade de aproximadamente 14 anos, as crianças parecem depender unicamente de informações perceptivas quando raciocinam sobre a matéria. Idéias abstratas, como idéias sobre partículas, não são prontamente usadas para responder perguntas sobre propriedades da matéria. Assim, elas continuam pensando que as substâncias são contínuas.

É possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico. Há melhora na proposição de modelos mais complexos para a explicação dos fenômenos estudados em sala de aula. Eles conseguem compreender a constituição da matéria por partículas, que estas determinam suas características identificadas por sua composição química e as propriedades físico-químicas, ou seja, iodo sólido e vapor de iodo são constituídos das mesmas partículas em estado de agregação diferenciado em função da densidade de partículas no espaço. Na dissolução do permanganato de potássio em água ou na mistura água + álcool, há movimento e interação entre as partículas constituintes das substâncias. Movimento que se configura num espaço vazio. Embora os estudantes tenham mostrado sua compreensão dos fenômenos estudados em sala de aula é importante salientar que eles conservam alguma dificuldade de mobilizar o conhecimento construído para novas situações de aprendizagem.

O papel mediador do professor na construção de conceitos pelo aluno se constitui elemento fundamental para a aprendizagem dos estudantes num contexto específico, a escola, onde se produz conhecimento individual e coletivamente, por ações propositivas do professor. É importante ressaltar a valorização do tempo que o professor dispensa para seu planejamento das atividades de sala de aula, ressaltando a gradualidade no desenvolvimento dos conteúdos pela utilização de estratégias metodológicas que

consideram os estudantes sujeitos ativos no processo de sua aprendizagem, permitindo sua compreensão dos fenômenos em estudo. Se evidencia nos longos diálogos em sala de aula a proposta do professor de auxiliar os alunos a compreenderem o que estavam estudando.

Referências bibliográficas

- Anderson, B. Pupil's conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85, 1990.
- Barker, V. Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas. Londres: Disponível em: <<http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>>. Acesso em: 15/08/2005. Ano de publicação: 2000.
- Benlloch, M. *La génesis de las ideas sobre la composición de la materia* (Tese de doutorado). Barcelona: Departamento de psicología evolutiva y de la educación, Universidad de Barcelona, 1993.
- Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E.; Scott, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 31-40, 1999.
- Ebenezer, J. V.; Erickson, G. L. Chemistry students' conceptions of solubility: a phenomenography. *Science Education*, 80 (2), 181-201, 1996.
- Echeverria, A. R. Como estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*, 3, 15-18, 1996.
- Fensham, P.J. Implication, large and small, from chemical education research for the teaching of chemistry. *Química Nova*, 25 (2), 335-339, 2002
- Lee, O.; Eichinger, D. C.; Anderson, C. W.; Berckheimer, G. D.; Blaskeslee, T. D. Changing middle school student's conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 249-270, 1993.
- Mortimer, E. F. Concepções atomistas dos estudantes. *Química Nova na Escola*, 1, 23-26, 1995.
- Mortimer, E. F. Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20 (1), 67-82, 1998.
- Novick, S; Nussbaum, J. Junior high school pupil's understanding of the particulate nature of matter. *An Interview Science Education*, 62 (3), 273-281, 1978.
- Novick, S; Nussbaum, J. Pupil's understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65 (2), 187-196, 1981.
- Romanello, L. I.; Justi, R. S. *Aprendendo química*. Ijuí: Unijuí, 1998.

- Stavy, R. Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science teaching*, 27 (3), 247-266, 1990.
- Taber, K. S. Chemistry lessons for universities?: a review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*, 4 (2), 63-72, 2000.
- Taber, K. S. Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 2 (2), 123-158, 2001.
- Valanides, N. Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (2), 249-262, 2000.
- Westbrook, S. L.; Marek, E. D. A cross-age study of student understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science teaching*, 28, 649-660, 1991.

A elaboração conceitual em realidade escolar do modelo corpuscular da matéria

Resumo

A investigação sobre as concepções alternativas dos estudantes para os conhecimentos científicos é uma das principais ênfases das pesquisas realizadas no âmbito da didática das ciências. Neste artigo se investiga a elaboração conceitual do modelo corpuscular da matéria, as atribuições do modelo particulado da matéria para explicar os processos de dissolução, expansão térmica do ar e mudanças de estado físico. Realizados em atividades que lhes permitem proposições de modelos explicativos, a nível atômico-molecular, num processo de construção de conhecimento, dialético e dialógico, mediado pelo professor. É possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico. Há melhora na proposição de modelos mais complexos para a explicação dos fenômenos estudados em sala de aula. Eles conseguem compreender a constituição da matéria por partículas, que estas determinam suas características identificadas por sua composição química e as propriedades físico-químicas.

Introdução

Neste artigo se investiga a elaboração conceitual do modelo corpuscular da matéria, as atribuições do modelo particulado da matéria para explicar os processos de dissolução, expansão térmica do ar, e mudanças de estados físicos. Através da análise das interações e ações de um grupo prototípico formado por quatro alunas durante a realização das atividades em sala de aula. Essas atividades estavam inseridas em uma proposta curricular para o primeiro ano do nível médio, que utiliza a mineralogia como articuladora das temáticas previstas no programa da disciplina de química do respectivo ano. Esta proposta foi aplicada em quatro turmas de primeiro ano do nível médio no Colégio Estadual Paula Soares SECRS de Porto Alegre durante o ano de 2005. Tendo como professor regente um dos autores deste artigo.

O desenvolvimento observado nas pesquisas em ensino e aprendizagem de ciências e de química, principalmente através do movimento das concepções alternativas na década de 1980, evidencia a constituição do campo científico de estudo e de investigação que vem

sendo chamado de Didática das Ciências. (Barker, 2000; Schnetzler, 1995 e 2002; Cachapuz, Praia, Gil-Pérez, Carrasco, Martinez-Terrades, 2001). No início desse campo de estudo, em relação à aprendizagem, os pesquisadores passaram a se fundamentar em contribuições da Psicologia Cognitiva, concebendo a aprendizagem como uma construção, evolução, reorganização ou mudança das concepções dos alunos, cabendo ao ensino a sua promoção.

Por outro lado, cabe ressaltar a necessidade que as investigações no campo da Didática das Ciências sejam teórica e metodologicamente fundamentadas, articulando os referenciais teóricos com os procedimentos adotados para a coleta, construção e análise dos dados de pesquisa. Porém, é possível identificar a grande variabilidade de referenciais e de métodos de pesquisa que são utilizados na área de Didática de Ciências, mesmo que, de uma forma ou de outra, a maior parte delas convirja em perspectivas construtivistas (Cachapuz e cols, 2001; Schnetzler, 2002).

O conhecimento científico possui características diferentes do pensamento comum porque visa delimitar, no fluxo irreversível dos fenômenos, relações gerais e demarcáveis que nos permitam organizar os dados da experiência, de prever os acontecimentos e de agir sobre eles. É construído por um processo de desrealização se desprendendo da experiência imediata. Está sempre em deslocamento sendo retomado desde que uma exceção se afigure (Astofi e Develay, 1990).

O desenvolvimento do conceito de matéria é um dos objetivos fundamentais dos cursos de química. A elaboração desse conceito implica reconhecer a conservação ou a transformação da substância e da quantidade da matéria envolvida nos fenômenos físicos e químicos. Diversos estudos têm evidenciado as concepções espontâneas de estudantes para esses e outros conceitos fundamentais à química, como pode ser encontrado na revisão da literatura empreendida por Barker (2000). O desenvolvimento de conceitos de matéria e substância foi foco de diversas pesquisas, inspiradas na epistemologia genética de Jean Piaget (1990), envolvendo crianças, adolescentes e adultos (Gómez, Benarroch e Marín, 2006; Benarroch, 2000; Eichler, Parrat-Dayán e Fagundes, 2007a e 2007b; Krnel, Glažar e Watson, 2003; Krnel, Watson e Glažar, 2005; Nakhleh, Samarapungavan e Saglam, 2005).

Krnel e colaboradores (2003 e 2005) argumentam que tal desenvolvimento, ou elaboração conceitual, envolve a aprendizagem da distinção entre as propriedades intensivas, que caracterizam a matéria, e as propriedades extensivas, que caracterizam os

objetos materiais. As propriedades intensivas são independentes do tamanho da amostras. As propriedades intensivas (como por exemplo, substância, estados da matéria, temperatura e, na maioria das vezes, cor) não modificam com as transformações de quantidade, formato e tamanho dos objetos e são iguais em cada uma das partes do objeto, assim, caracterizam a substância com qual o objeto é feito. Por contraste, as propriedades extensivas (por exemplo, tamanho, massa e volume) são específicas do objeto e dependentes do contorno ou da quantidade de matéria, dessa forma, são modificadas quando os objetos são divididos ou aglomerados.

Krnel, Glažar e Watson (2003) sugerem que o desenvolvimento do conceito de matéria, assim como o desenvolvimento de outros conceitos científicos, está ligado a todo o desenvolvimento cognitivo das crianças e somente se manifestaria na época em que aparece o pensamento operacional concreto.

Por outro lado experiências perceptivas dominam nos casos em que a matéria não é visível, levando ao fato de que muitos alunos de 15 anos ou mais usam um raciocínio perceptivo sobre a matéria, apesar de estarem bem avançados em pensar de maneira lógica em outras áreas, como matemática por exemplo (Barker, 2000).

Benarroch (2000) classificou as explicações sobre a natureza corpuscular da matéria em cinco níveis onde há a evolução da compreensão desta idéia de um nível para o outro, nos níveis I e II se considera que a matéria como sendo contínua. O nível III constitui o primeiro nível da evolução conceitual que implica concepções corpusculares. Nesse nível, a matéria é formada por partículas, que são invisíveis, inclusive a nível microscópico. Portanto, as partículas já não mais estão relacionadas com a percepção, mais ou menos, direta, tal como ocorria no nível anterior. Entre as partículas há buracos que, na maioria das vezes, estão cheios de alguma outra substância. Na compressão, por exemplo, a substância dentro desses buracos é entendida com elástica.

No nível IV, além da existência das partículas na matéria, considera-se o vazio como sendo necessário entre elas. Essa é a diferença entre esse nível e o anterior, onde o vazio é rechaçado, evitado ou ignorado. Os buracos entre as partículas devem estar vazios, pois se houvesse algo entre elas, também seria formado por partículas e, assim, não haveria buraco entre as partículas.

Finalmente, o nível V coincide com o conteúdo acadêmico do ensino da natureza corpuscular da matéria. Portanto, nesse nível a matéria é concebida como um sistema de

interação entre as partículas, movendo-se continuamente, sem nada entre elas, somente vazio.

Porém, como mostram diversos autores (Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes, 2007a e 2000b, Nakhleh, Samarapungavan, Saglam, 2005) tanto adolescentes quanto adultos apresentam dificuldades na utilização de modelos corpuscular da matéria para explicar transformações físicas, como a dissolução ou a mudanças de estado da matéria.

Nakhleh, Samarapungavan, Saglam (2005) realizaram uma investigação, com 9 alunos que estavam finalizando o ensino médio, sobre as concepções de matéria e os fenômenos de mudanças de estado físico e de dissolução. Os resultados dessa investigação, indicam que a maioria dos estudantes entrevistados sabe que a matéria é composta de átomos e moléculas, entretanto, eles não conseguiram explicar de forma consistente as propriedades da matéria e seus processos baseados em seus conhecimentos sobre a composição particulada dos materiais. Dessa forma, segundo essas autoras, a fragmentação das idéias dos estudantes de ensino médio sobre a matéria, provavelmente, reflete a dificuldade que eles tiveram em assimilar (e/ou acomodar) as características submicroscópico do conhecimento científico, apresentado através de instrução formal, em seus esquemas prévios de conhecimentos macroscópicos.

Nas conclusões de seu artigo, essas autoras sugerem que o caminho do desenvolvimento conceitual em química pode ser bastante diferente daquele de outros domínios, onde as crianças constroem modelos sintéticos após a instrução formal, como por exemplo, a astronomia. Tais diferenças podem estar relacionadas, em parte, ao amplo conjunto de substâncias, fenômenos e processos que a química explica. Além disso, essas autoras evidenciaram que a transição do nível macroscópico para o microscópico é difícil de ser realizada pelos estudantes.

Eichler, Parrat-Dayan e Fagundes (2007a e 2007b) sugeriram que, na resolução de problemas, cotidianos ou de tarefas de pesquisa, é o conhecimento que faz as estruturas do pensamento funcionarem. As estruturas são necessárias, mas não são suficientes, muitas vezes é preciso algum conhecimento escolar. Pode-se dizer que, em relação aos problemas sobre as explicações causais, sob o ponto de vista piagetiano, há nas evidências dessas pesquisas uma certa novidade: se não se tem (ou não são operacionais) certos conhecimentos que são ensinados (como modelos corpusculares na explicação das mudanças de estado da matéria e a modificação da aparência nos diferentes estados da

matéria), os problemas que necessitam deles não são resolvidos ou devidamente justificados.

A construção de noções sobre a natureza particulada da matéria pelos alunos só é possível quando estes conseguem ir além dos dados empíricos, quando questionam a causa dos fenômenos buscam então uma produção intelectual para elaborar explicações. Dificilmente os alunos conseguiriam realizar estes processos sozinhos. Por isso a importância do trabalho em pequenos grupos e da intervenção do professor como mediador deste processo.

Metodologia

A proposta de investigação foi desenvolvida em quatro turmas do primeiro ano do ensino médio, na disciplina de química. As turmas possuem 3 horas-aula de química por semana, em um total de 120 horas-aula no ano letivo. Durante a realização destas atividades um grupo prototípico por turma, teve suas ações gravadas em vídeo. As filmagens tiveram suas falas transcritas. Embora a proposta tenha sido aplicada em quatro turmas, tendo portanto, as filmagens de quatro grupos prototípicos, somente foram transcritas as aulas de um destes grupos, composto por quatro alunas. Elas são representadas nos excertos transcritos por BRU, ITE, MAI e MIL, o professor por P1, A* representam alunos que não faziam parte do grupo investigado e [...] corresponde às passagens nos diálogos que não tinham relação com a investigação aqui pretendida e, portanto foram suprimidas da transcrição.

Com o objetivo de verificar as concepções e construções de conhecimento sobre as características dos modelos particulados da matéria, que os alunos propõem para explicar suas propriedades, foram analisadas algumas situações de ensino. Os diálogos dos estudantes foram analisados, assim como suas produções escritas durante as atividades de sala de aula. Essas informações foram levantadas durante alguns procedimentos experimentais relativos aos temas: a dissolução do permanganato de potássio em água e a diluição desta mistura, a expansão do ar sob aquecimento, a vaporização e condensação do éter, a sublimação do iodo e a mistura de álcool e água, que abrangeram em torno de doze horas-aula. Descrições mais detalhadas dessas atividades seguem-se abaixo.

Dissolução e Diluição do KMnO_4 = A primeira parte desta atividade consiste na dissolução de um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água (copo 1), para em seguida fazer duas diluições sucessivas, primeiro adicionando-se 5 mL

da solução do copo 1 em um outro copo que continha 45 mL de água (copo 2) e, por segundo adicionando 5 mL da solução do copo 2 em outro copo que também continha 45 mL de água (copo 3). O sistema resultante conterà três soluções com diferentes intensidades de coloração.

As questões subseqüentes buscam relacionar a quantidade de permanganato de potássio às cores das soluções. E através de uma informação sobre a massa inicial de permanganato de potássio são realizados cálculos através de regras de três para determinar a massa do mesmo em cada copo. A partir dos resultados destes cálculos e de questões subseqüentes se conclui que a massa de uma partícula de permanganato de potássio deve ser muito pequena e, por conseguinte as dimensões da partícula também devem ser muito pequenas.

Na segunda parte desta atividade é feita a adição de um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água ficando o sistema em repouso por cinco minutos. Os alunos devem observar o que ocorre com este sistema durante os cinco minutos e anotar suas observações.

Em seguida são feitas questões nas quais os alunos devem explicar o comportamento observado no sistema e como ocorre o fenômeno da dissolução. Seguidas de questões nas quais a idéia de movimento está incluída. Tentando, deste modo, criar uma associação entre movimento das partículas e o fenômeno da dissolução.

Na terceira parte da atividade repetem-se os procedimentos utilizados na parte dois, porém utilizando agora, água quente no copo. Seguem-se perguntas que indagam sobre as diferenças entre as observações da segunda e terceira parte da atividade e visam relacionar o aumento da temperatura à maior rapidez de espalhamento da cor e, por conseqüência, à velocidade com a qual as partículas se movem. Na questão final da atividade se solicita que os alunos proponham, através de desenhos, representações para as partículas constituintes das substâncias em sólidos, líquidos e soluções.

Expansão do ar sob aquecimento = Esta atividade consiste em aquecer um frasco de vidro que possui um balão de festa preso ao seu bocal. Com o aquecimento o balão de festa infla.

Antes de iniciar o procedimento os alunos são questionados se existe alguma coisa dentro do frasco, com o objetivo de investigar se os alunos percebem o ar como uma substância. Durante o aquecimento pede-se para os alunos descreverem o que está

ocorrendo com o sistema. Em seguida tem-se uma pergunta sobre o isolamento do sistema e segue-se com perguntas sobre o que acontece com o ar dentro do sistema. Após os alunos devem fazer desenhos representando as partículas de ar no sistema antes e depois do aquecimento. Para tal, necessitam utilizar a idéia das substâncias serem formadas por pequenas partículas para explicar por que o balão de festa ficou inflado.

Evaporação e condensação do éter = Nesta atividade dois balões de destilação são conectados por um tubo de vidro formando um sistema fechado. Um balão contém éter (para os alunos é mencionado como líquido incolor). Cada balão deste sistema é mergulhado em um frasco. O balão que contém o éter é mergulhado no frasco que contém água quente e o balão que contém ar é mergulhado no frasco que contém água gelada. Deste modo, o éter evaporava no balão “quente” e condensava no balão “frio”.

Antes da realização do experimento, pede-se que os alunos expliquem o que pode ocorrer com o sistema. Depois, que para eles escrevam as observações durante o processo. E por último solicita-se que eles expliquem utilizando o modelo de partículas constituintes das substâncias o que ocorre no sistema. Esta atividade é feita de forma demonstrativa pelo professor, que durante a realização da mesma questiona os alunos a respeito do entendimento deles sobre o processo, de modo a auxiliá-los na elaboração da explicação.

Sublimação e resublimação do iodo = Esta atividade consiste no aquecimento de alguns grãos de iodo dentro de um balão de aquecimento com “gargalo longo”. O iodo com o aquecimento sublima formando um gás colorido, que em contato com as paredes frias do balão resublima.

Antes da realização do experimento os alunos devem descrever o aspecto do sólido e dizer o que eles consideram que irá ocorrer quando o sólido for aquecido dando explicações para sua resposta. Este experimento é feito de forma demonstrativa pelo professor que durante o processo chama a atenção para determinados acontecimentos importantes, questiona os alunos sobre suas observações e instiga-os a proporem explicações para o que está ocorrendo.

Em seguida os alunos respondem perguntas referentes ao processo de aquecimento e de resfriamento do sistema, perguntas estas que questionam sobre o processo e as características das substâncias presentes, como também da quantidade de material. Essas perguntas objetivam que o aluno construa uma visão sobre a conservação da matéria.

Por final pede-se que os alunos façam desenhos representacionais dos constituintes dos materiais utilizando a idéia de partícula para explicar os fenômenos ocorridos no sistema.

Mistura de água e álcool = Esta atividade consiste em misturar 50 mL de água com 50 mL de álcool contidos em provetas. A mistura resultante terá um volume menor que a soma dos volumes de seus componentes separadamente. Este é o fato que encadeia as discussões. Há também outras duas provetas contendo as mesmas quantidades de água e álcool, estas não têm seu conteúdo misturado e servem de controle sobre a taxa de evaporação dos líquidos.

Inicialmente pede-se para os alunos fazerem representações de como estariam as partículas na água e no álcool. Pergunta-se o que se espera que ocorra quando os líquidos forem misturados e qual o volume final resultante. Então é realizada a mistura e medido o volume final da mesma. Observam-se em seguida os volumes das provetas controles para perceber que não há variação dos mesmos, significando, desta maneira, que não houve evaporação significativa neste intervalo de tempo.

Pede-se para os alunos proporem explicações para o fato da diminuição do volume na mistura, e fazerem representações das partículas constituintes da matéria na mistura de água e álcool.

Resultados e discussão

Os resultados serão apresentados seguindo a ordem de realização dos experimentos em sala de aula e descrição na metodologia. Pretende-se mostrar a evolução da compreensão dos estudantes sobre os diferentes fatores intervenientes na ocorrência dos fenômenos envolvendo transformações da matéria, que foram realizados nesta investigação.

A dissolução e diluição do permanganato de potássio

O termo partículas aparece pela primeira vez na introdução da atividade de dissolução e diluição do permanganato de potássio em água: “*Nesta experiência irá se estudar mais profundamente o fenômeno da solubilidade de uma substância a fim de que você possa começar a pensar em como, geralmente as partículas de uma substância se organizam*”. Ou seja, através de uma preposição estabelecida pelo professor que as substâncias eram formadas por partículas. A primeira questão relacionada ao tema

partículas é a questão seis: “*A massa de permanganato de potássio contida em 1 mL do líquido do copo três é de 0,000001g⁹ é muito pequena. Esta quantidade de permanganato de potássio é responsável pela cor uniforme em toda extensão do líquido e, portanto, esta massa deve estar distribuída entre diversas pequenas partículas de permanganato de potássio espalhadas pelo líquido. Quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três?*”. Neste contexto o termo partícula é utilizado para designar os pequeníssimos pedaços do grão do permanganato de potássio que são responsáveis pela cor na solução¹⁰. Há o destaque à quantidade pequena de massa do sólido responsável pela cor da solução para relacioná-la ao tamanho das partículas.

Esta relação é enfatizada novamente no parágrafo posterior a questão: “*Independente da quantidade de partículas que você mencionou na questão anterior, a massa de uma partícula deverá ser menor que o valor de 0,000001 g. Assim, se pode concluir que uma partícula de permanganato de potássio é muito pequena*”. Estas colocações do roteiro são muito diretivas e não possibilitam às alunas concluírem sozinhas sobre o tamanho das partículas. Porém permitem a possibilidade de consideração desta idéia quando pensar em partículas.

Durante a realização da atividade as alunas têm dificuldades de entender o que a questão seis está pedindo (seqüência 1 abaixo). Elas tentam fazer cálculos com os números fornecidos (falas 2, 3, 5, 6, 7 e 8), tentam formular alguma idéia a respeito, mas suas verbalizações permitem identificar que elas não estão conseguindo chegar a nenhuma conclusão: “*Eu pensava assim, quantas partículas tinha mais ou menos em cada líquido, mas é quantas*” (fala 11). E a aluna BRU lendo o roteiro fica confusa por haver uma indicação da resposta no parágrafo seguinte a questão (falas 12 e 14).

Na fala 13 a aluna MIL utiliza o termo átomos, que provavelmente tenha aprendido no ensino de ciências da oitava do ensino fundamental: “*A gente não sabe a quantidade de átomos, imagina a quantidade de partículas..*”. Pela fala pode-se notar uma grande confusão com as idéias referentes aos átomos, pois nos modelos científicos ele também é considerado como uma partícula. A idéia de átomos deriva do pensamento da matéria ser

⁹ Este valor é calculado através de relações de “regra de três” realizadas em questões anteriores, mas também é fornecido no roteiro.

¹⁰ A utilização do permanganato de potássio como a substância sólida a ser dissolvida se deve ao fato que uma quantidade muito pequena do sólido produz uma coloração intensa ao ser dissolvido. Isso é muito importante para se fazer as diluições posteriores resultando soluções também coloridas.

composta por partículas. Assim, identifica-se na fala da aluna, sua dificuldade em diferenciar o que está considerando como átomos e como partículas.

Seqüência 1:

1. BRU lendo a questão seis: “... *entre diversas pequenas partículas de permanganato de potássio espalhadas pelo líquido. Quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três?*”. Complementa: “*Quantos mL tinha?*”.
2. MIL: “*Eu pensei assim ó, se tem 0,000001g pra 1mL. Vamos fazer a conta disto aqui dividido em cada copo, para cada um*”.
3. BRU: “*Espera aí, eu não entendi um negócio. Olha só. Cada copo aquele dia tinha 5mL, não era?*”.
4. MAI [inaudível].
5. BRU: “*E a cada 1 mL tinha esse monte de zero*”.
6. MIL: “*Então seria isso aqui tudo dividido por 1 ml, o que daria, no caso, eu acho que acrescentaria só mais um zero aqui*”.
7. BRU: “*Mas por que isso?*”.
8. MIL: “*Porque seria*”. [BRU interrompe]
9. BRU: “*Olha esta pergunta. Quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três? Como a gente vai saber quantas partículas*”.
10. ITE: “*Não tem como*”.
11. MIL: “*Eu pensava assim, quantas partículas tinha mais ou menos em cada líquido, mas é quantas*”.
12. BRU volta a ler a folha: “*Independente da quantidade de partículas que você mencionou na questão anterior, a massa de uma partícula deverá ser menor que o valor de 0,000001 g. Assim, se pode concluir que uma partícula de permanganato de potássio é muito pequena*”. e complementa: “*Ou seja, independente da quantidade de partículas, já está a resposta em baixo*”.
13. MIL: “*A gente não sabe a quantidade de átomos, imagina a quantidade de partículas. Deve ter alguma coisa que a gente vai achar na resposta*”.
14. BRU: “*É que eu acho que não tem resposta, por que já tem, olha só, independente da quantidade de partículas que você mencionou na questão anterior. Ou seja, independentemente, não interessa, entendeu*”.

Os insucessos na tentativa de resolver a questão ocorreram pela interpretação inadequada da mesma. As alunas não admitiam a possibilidade de poder inventar qualquer número de partículas como resposta. Isso não se enquadrava com os tipos de questões comumente utilizadas no ambiente escolar, onde se apresenta uma única resposta certa, obtida mediante a realização de cálculos ou outros artifícios fornecidos anteriormente pelos professores. Essa postura de querer uma resposta exata é manifestada várias vezes durante as aulas, principalmente nas primeiras atividades, enquanto elas estão se habituando com questões que propõem explicações. Pode-se notar esta necessidade novamente na seqüência 2 nas falas de 22 a 33: (fala 27): “*Então se, por exemplo, eu falar 40 partículas, o senhor vai considerar certo?*”. e pela frustração da aluna BRU ao não conseguir uma resposta (fala 33): “*Haaaa professor!*”

Diante da dificuldade de resolver sozinhas a questão, as alunas chamam o professor para auxiliá-las (seqüência 2). O professor começa salientando que o número exato não é

conhecido (fala 2), e interrompe a tentativa de BRU utilizar a massa de permanganato de potássio para associar a quantidade de partículas (fala 4) e diz o que significa “fisicamente” o número fornecido (fala 7). Em seguida, propõem (fala 9) a divisão do 1mL da solução em várias partes, todas coloridas, para relacioná-las as partículas (fala 11) deduzindo assim, que existem várias partículas neste 1mL. Nos diálogos seguintes (falas 11 a 19) há associação da massa de 0,000001g as partículas presentes no 1mL da solução. Da qual se conclui que as massas das partículas são muito pequenas e, portanto, as partículas também são muito pequenas.

Durante o diálogo sobre a divisão do 1mL da solução de permanganato, BRU fala “*Sempre vai ser colorido*”. (fala 10) pode ser considerada uma contradição à idéia de partículas, pois o “sempre” possibilita continuar a divisão da solução infinitamente, não chegando a um fim nesta divisão - a partícula. Porém somente pela fala da aluna, não se pode concluir se ela utiliza o “sempre” conforme a idéia descrita acima, ou se ele significa muitas divisões. Ou ainda, se a fala foi dita com o objetivo de informar ao professor que a aluna entendera a idéia proposta pelo mesmo, que porções menores que o 1mL da solução também seriam coloridas.

A apropriação da idéia que as partículas são muito pequenas, parece ter ficado apreendida pelas alunas, que ao elaborarem a resposta escrita para a questão, mencionam que as partículas são muito pequenas: “*1000003 partículas. A massa de uma partícula é muito pequena*”. Ação esta, realizada fora das falas transcritas aqui. Porém, provavelmente a idéia que as alunas têm, neste momento, de partículas é a de pequenos pedaços do sólido permanganato de potássio e, extrapolando para outras substâncias, pequenos pedaços das substâncias.

A idéia que as alunas tentavam utilizar para determinar o número de partículas de permanganato a partir de sua massa corresponde, em muito, com os procedimentos matemáticos empregados pelos químicos, para determinar o número de entidades (átomos e moléculas). Onde, a partir da massa de amostra da qual se quer determinar o número de entidades químicas e das massas atômicas e moleculares correspondentes à amostra, se faz relações (cálculos de regra de três) utilizando o número de mol.

Seqüência 2:

1. BRU: “*Assim ó. Na questão seis pergunta quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três? Como a gente vai saber?*”.
2. P1: “*O número exato não sabe, né*”.
3. BRU: “*A gente sabe que vai ser menor que 0,000001*”.

4. P1: “Não. Essa era a massa disso aí?”.
5. MIL: “Sim”.
6. BRU: “Pois é, mas”.
7. P1: “Então é assim. Se vocês pegarem aquele 1 mL ali tem 0,000001 g”.
8. BRU: “Isso”.
9. P1: “Aquele 1 mL tem várias partículas de permanganato, pois esse 1 mL também é colorido. Têm várias gotas todas elas coloridas. Se a gente começar a dividir as gotas em pedacinhos, meia gota também é colorida. Sim?”.
10. BRU: “Sempre vai ser colorido”.
11. P1 continuando: “Então também vai ter partículas ali. (apontando para a gota) Então digamos que 1 mL tem vinte gotas, vai ter vinte partículas. Se a gente consegue dividir a gota no meio vai ter 40 partículas. Então vai ter várias partículas. Então se tivesse uma partícula só Essa massa aqui assim (aponta para a folha = 0,000001g) seria de uma partícula”.
12. ITE: “Não de várias”.
13. P1: “De uma só. Mas essa seria uma massa bem pequena. Se têm várias, o que acontece? A massa de uma partícula sozinha é menor ainda”.
14. BRU: “Muito pequena”.
15. P1: “É muito pequena, então essas partículas das substâncias têm massa muito pequenas, ou seja, elas são muito pequenas”.
16. BRU: “Pois é, mas em baixo diz: Assim se pode concluir que uma partícula de permanganato de potássio é muito pequena. Ou seja, na seis a resposta esta na questão”.
17. P1: “Sim, então tem várias, tu não sabe quantas, não tem como saber”.
18. BRU: “Tem muitas, porém, e a massa é muito pequena”.
19. P1: “Isso”.
20. BRU: “A massa está dividida..”. [P1 interrompe]
21. P1: “A pergunta pede só quantas são. Você pode botar que tem duas, duas não, tu sabes que tem mais que duas”.
22. BRU: “Tem 100 partículas”.
23. P1: “Tem 100, tem 1000, 1000000, você pode chutar este número. Não tem como saber”
24. BRU: “Ninguém sabe isso?”.
25. P1: “Agora tu não sabes”.
26. [BRU fica insistindo com o professor para ele fornecer um número exato]
27. MIL: “Então se, por exemplo, eu falar 40 partículas, o senhor vai considerar certo?”.
28. P1: “Vou, porque vocês não têm como saber”.
29. BRU: “Mas quantas partículas são? Quantas são?”.
30. P1: “É um número bem grande”.
31. BRU: “Tipo um milhão de partículas”.
32. P1: “Pode ser”.
33. BRU: “Haaaa professor!”.

Na seqüência da atividade existem questões nas quais se solicitam explicações sobre o fenômeno. Seus enunciados, juntamente com as respostas dadas pelas alunas estão dispostos a seguir.

Questão 7: Por que a aparência após cinco minutos é diferente da aparência do sistema no início após a adição do sólido?

Resposta: “Porque no final o sólido se dissolveu quase por completo”.

Questão 8: Considerando o sistema depois de cinco minutos, por que a aparência da região do fundo do copo é diferente da aparência da superfície do líquido?

Resposta: “Porque a água não foi mexida e o sólido estava no fundo do copo”.

Questão 9: Se o copo estava em repouso, como você explica que a cor do permanganato foi se espalhando aos poucos?

Resposta: “Porque o permanganato é solúvel na água. Ele foi se dissolvendo dando assim a coloração rosada à água”.

Questão 10: Se o sistema fosse deixado em repouso e observado amanhã, como você acha que ele se apresentaria? Por quê?

Resposta: *“A água estaria totalmente colorida com a mesma intensidade de cor em toda água, pois estaria totalmente dissolvido por motivo do tempo que já se passou”.*

Pelas respostas fornecidas se percebe que as explicações dadas estão relacionadas ao visível, à “experiência física”. Em nenhuma resposta e nem durante a elaboração das mesmas as alunas utilizaram a idéia de partículas. Em suas respostas as alunas falam sobre dissolução e solubilidade, porém utilizando estes conceitos no sentido macroscópico do mesmo, ou seja, do “desaparecimento” do sólido no líquido, sem entender as explicações “submicroscópicas” envolvidas no mesmo. A imaginação “submicroscópica” de como estas partículas se organizam e quais as interações entre elas, nos parece, que neste momento, ainda não foi desenvolvida pelas alunas. Pois, como foi dito, elas não utilizam estas idéias nas respostas às questões.

E também porque não conseguem resolver (seqüência 3) a questão seguinte (11): *“Como você explica a ocorrência do fenômeno da dissolução?”*. A resolução desta questão envolveria a utilização das idéias de partículas, ou seja, uma explicação em nível submicroscópico. Esta explicação do fenômeno necessita ir além dos simples dados obtidos com a observação do mesmo. E isso exige níveis de pensamento mais elaborados. Com a elaboração destas explicações há *“uma reorganização dos conhecimentos no sentido de uma explicação progressiva consciente”* (Parrat-Dayán, 2003, p.40). Falaremos mais a respeito desta questão na seqüência 9 na qual o professor auxilia as alunas na resolução da mesma.

Seqüência 3:

1. BRU: *“Como você explica o fenômeno da dissolução? Como você se explica?”*.
2. MIL: *“Se explica, eu acho, através da solubilidade que cada substância tem a água, né?”*..
3. BRU: *“Ta, mas como se explica a solubilidade, solubilidade”*.
4. MIL: *“Haaa, não sei”*.

Como as alunas não conseguem resolver a questão 11 elas passam para a 12: *“As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem?”*, neste enunciado é utilizado o termo partículas tanto para o sólido como para o líquido. Mas como as alunas pensam em termos das manifestações macroscópicas dos fenômenos elas interpretam equivocadamente a questão. E confundem agitar o líquido com o um possível movimento das partículas no líquido.

Seqüência 4:

1. BRU: “É. Como você explica o fenômeno da dissolução? Essa a gente não sabe, então a gente deixa. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem?”.
2. MIL: “O que vocês acham?”.
3. MIL: “Eu acho que sim, né. Porque se espalhou, não subiu a superfície, mas de um jeito ou de outro ela se espalhou, porque não ficou só naquele cantinho, ela ficou em todo fundo do copo”.

As alunas retomam as tarefas da atividade respondendo a questão 13: “Quando se descasca uma bergamota é praticamente impossível evitar que alguém não perceba o cheiro da fruta. Em que se baseia fenômeno do cheiro se espalhar?”. (seqüência 5). Desta vez as alunas utilizam a idéia de partículas, isso pode estar relacionado ao fato da questão anterior se referir a partículas. Como também as possíveis relações e generalizações que fazem com outros fatos observados no cotidiano, além do próprio cheiro se espalhar no ar, como também ocorre com as suspensões de pó e poeira no mesmo. Desta forma, as alunas mostram maior facilidade de associar a idéia de partículas ao sistema gasoso. Talvez porque neste sistema não é possível, na maioria das vezes, enxergar a substância¹¹. Desta forma a idéia de pequenas partículas invisíveis explica a existência deste material invisível, o gás.

Seqüência 5:

BRU após ler a questão 13: “Porque as partículas do ar e as do cheiro”. [fica gesticulando com o lápis fazendo movimentos circulares como se indicando que estão se movendo.]

MIL: BRU após ler a questão 13: “Porque as partículas do ar e as do cheiro”. [fica gesticulando com o lápis fazendo movimentos circulares como se indicando que estão se movendo.]

1. BRU após ler a questão 13: “Porque as partículas do ar e as do cheiro”. [fica gesticulando com o lápis fazendo movimentos circulares como se indicando que estão se movendo.]
2. MIL: “As partículas do cheiro da bergamota se espalham pelo ar”
3. BRU: “Nas partículas do ar”.
4. MIL: “Sim né”.

Os motivos das partículas se moverem no estado gasoso e quais os fatores que interferem neste movimento também não são entendidos pelas alunas. Visto que, nos diálogos da seqüência 6, elas não conseguem explicar a questão 14 “Por que o cheiro é menos perceptível no inverno?”. Novamente os pensamentos estão relacionados às informações fenomenológicas, ao nível macroscópico, mesmo que neste caso, o fenômeno não é visível - o cheiro sair da casca de bergamota e ir até o nariz. Mas pode ser percebido por outros sentidos, no caso o olfato.

Seqüência 6:

1. MIL: “É são totalmente diferentes. Então eu vou colocar assim. No inverno ah, [pausa] eu não sei o que vou colocar. [pausa] Tem mais dificuldades de se espalhar no inverno. Porque as partículas de tangerina”.

¹¹ As experiências e interações que temos comumente com o sistema gasoso no nosso dia a dia, são realizadas com gases incolores. Há uma generalização que os gases são incolores (Stavy, 1990)

2. BRU: *“Está dito aqui que tem mais dificuldade, está na questão”. (risos) “Porque o cheiro é menos perceptível no inverno?”.*
3. [...]
4. MIL: *“Porque o tipo de ar no inverno auxilia, é”.*
5. BRU: *“Se enrolou bonito agora”.*
6. MIL: *“Eu vou colocar assim. Que o tipo de ar no inverno dificulta a”.*
7. BRU: *“Mas é isso que diz na questão”.*
8. MAI: *“Qual é questão? O que diz?”.*
9. BRU: *“Por que o cheiro é menos perceptível no inverno?”.*
10. MAI: *“Por causa do frio e do vento”.*
11. [MIL fica escrevendo]
12. MIL: *“Eu coloquei assim. Porque o frio e o vento que tem no inverno dificultam que as partículas do cheiro da bergamota se espalhem, interferindo assim na intensidade do cheiro. Pronto, deu, é isso aí”.*

O efeito da temperatura sobre o movimento das partículas é questionado na pergunta 17: *“O que ocorre com a velocidade que as partículas se movem no interior do líquido com o aumento da temperatura?”.* A qual as alunas respondem rapidamente: *“Ela aumenta”* (falas 5 e 6). Esta resposta está mais associada à resolução da questão onde relacionam a temperatura como responsável pela cor se espalhar mais rápido no sistema três já que, ela foi a única variável modificada do sistema dois para o sistema três. Há uma “visão submicroscópica” onde imaginariam as partículas se movimentando com maior velocidade.

Seqüência 7:

1. BRU começa a ler a questão 16: *“Quem é responsável pela cor”.* [MIL interrompe]
2. MIL: *“A temperatura”.*
3. BRU: *“...se espalhar mais rápido na parte três? e complementa Ahh, lógico”.*
4. BRU: *“...O que ocorre com a velocidade que as partículas se movem no interior do líquido com o aumento da temperatura?”.*
5. MIL: *“Ela aumenta”.*
6. BRU: *“Espera aí. O que ocorre com a velocidade. Ela aumenta lógico”.*

Na última questão (número 18) da atividade, se solicita para as alunas fazerem representações, desenhos, de como elas imaginariam as partículas nos diferentes substâncias e soluções utilizadas na aula. As alunas não conseguem realizar a tarefa, justamente porque não possuem a noção de partícula bem desenvolvida. O professor fornece explicações (seqüência 8), diante do quadro negro, para toda turma sobre como resolver a questão, mas estas não são suficientes para o grupo conseguir realizar a questão.

Seqüência 8:

1. P1 diante da representação de um “zoom imaginativo” desenhada no quadro negro: *“Vocês tem que representar as partículas por bolinhas. Imaginem se pudessem pegar um microscópico super-potente”.*
2. [...]
3. P1: *“E fazer um zoom. Então vai imaginar então, que está cheio de bolinhas. Vocês vão fazer representações como é que estariam estas bolinhas”.*
4. BRU mostrando a folha: *“Assim ó”.*
5. MIL: *“Não é assim, ta vendo”.*

6. P1: *“Então como estariam as partículas no estado sólido, líquido... Então como ficam as bolinhas? Vocês já sabem alguma coisa sobre as propriedades das substâncias, tente usar isso para desenhar as bolinhas, bolinhas, bolinhas”.*
7. BRU: *“Juntas? Ou separadas?”.*
8. P1: *“É isso que eu quero saber. Como elas vão estar?”.*

Diante da dificuldade das alunas de resolver a questão o professor senta-se junto ao grupo para auxiliá-las. Ele começa questionando as alunas a respeito das observações dos experimentos e das questões anteriores. Ele pergunta como elas haviam explicado o fenômeno da dissolução (seqüência 9). As alunas dizem que não tinham conseguido resolver. Assim, o professor questiona sobre as observações que as alunas tinham realizado quando foi adicionado o grão de permanganato de potássio na água (falas 1 e 3), e as alunas respondem que a cor se espalha (fala 4). Então o professor faz a associação da cor se espalhar ao permanganato de potássio se espalhar para em seguida relacionar este espalhamento ao fenômeno da dissolução (falas de 5 a 19).

Nestes diálogos o professor não fala em partículas, o termo partículas é utilizado pela aluna BRU na fala 21 e complementada na fala 23, para tentar explicar a dissolução. Porém quando ela formula a resposta (fala 25) para escrever na folha ela deixa de utilizar a idéia de partículas e fala somente do sólido se espalhando no líquido. Ou seja, uma explicação em nível mais fenomenológico do que submicroscópico. O professor chama a atenção para utilizar partículas na resposta (fala 26) o que é atendido pela aluna (fala 27): *“As partículas do sólido se dissolvem, se espalham pelo líquido”.* Nestas ações as alunas estão começando a utilizar a idéia de partículas e tentando explicar os fenômenos em nível corpuscular. Mesmo que estas ações das alunas, neste momento sejam direcionadas pelo professor.

Seqüência 9:

1. P1 : *“O fenômeno em si, ele assim, se agente botava permanganato, o que acontecia com ele na água?”.*
2. BRU: *“Se dissolvia”.*
3. P1: *“Se dissolvia, tá. E o que tu conseguia ver? O que vocês viam?”.*
4. MIL: *“A cor se espalhando”.*
5. P1: *“A cor se espalhando, então, a cor se espalhando significa que o permanganato está?”.*
6. BRU: *“Se dissolvendo”.*
7. MIL e ITE: *“Se dissolvendo”.*
8. P1: *“Se dissolvendo. Então o que está acontecendo? Quem é responsável pela cor segundo a resposta que vocês colocaram aí?”.*
9. BRU: *“A temperatura”.*
10. P1: *“Não, a cor, quem dá a cor?”.*
11. MIL: *“O permanganato”.*
12. BRU: *“É, o permanganato”.*
13. P1: *“É o permanganato, não é a água, né? É o permanganato. (BRU e MIL concordam) Se a cor está se espalhando, quem está se espalhando?”.*

14. MIL e BRU: “*O permanganato*”.
15. P1: “*Vocês estavam mexendo o copo, ou não?*”.
16. BRU e MIL: “*Não*”.
17. P1: “*Então o permanganato estava se mexendo, se espalhando sozinho*”.
18. BRU: “*Aha*” (sim). MIL: “*É*”.
19. P1: “*Isso não é a dissolução dele?*”.
20. MIL: “*Sim*”.
21. BRU: “*É as partículas de permanganato, ahh, ahh, qual a pergunta?*”.
22. P1: “*As partículas de permanganato fazendo o que?*”.
23. BRU: “*Se espalhando na água*”.
24. P1: “*No líquido. Isso. Isso é o fenômeno da dissolução*”.
25. BRU: “*Tá, mas daí pergunta, espera aí, (lê a folha) Como se explica a ocorrência do fenômeno da dissolução? (e complementa) No geral, a gente vai dizer que o sólido se espalha no líquido*”.
26. P1: “*As partículas, as partículas, o que as?*”.
27. BRU: “*As partículas do sólido se dissolvem, se espalham pelo líquido*”.

Na seqüência 10 o professor continua dialogando com as alunas para auxiliá-las a resolverem a questão 18 e, melhorar a interpretação das mesmas à questão 12 que versava sobre a movimentação das partículas de água. Há um desequilíbrio momentâneo (falas 3 a 6) por saber que tinham interpretado erroneamente a questão e por não entenderem o que o professor perguntava. Isso porque elas continuam confundindo mexer o líquido com movimento das partículas. Elas continuam com dificuldades de imaginar os sistemas em nível “submicroscópico”, imaginar as interações das partículas. O professor começa então a fazer colocações e perguntas a respeito de movimento (falas 7 a 11), mas é interrompido por BRU que quer confirmar sua nova resposta (fala 13) que foi criada mais em função da outra estar errada, do que, por ter compreendido as idéias relacionadas à mesma. O professor, percebendo este fato, continua fornecendo explicações às alunas, e utiliza uma analogia de pessoas se movimentando dentro de um ônibus cheio como recurso, relacionando-a ao movimento das partículas (falas 17 a 27).

Com esta analogia o professor quer principalmente relacionar a possibilidade de movimento à existência de espaços vazios. Como pode ser visto nas falas: “... *não derem lugar para ti, tem como se mexer?*” (fala 21); e “*só pode se mexer porque tem que ter espaço para se mexer*” (fala 23). No final deste excerto o professor questiona sobre os efeitos da temperatura na velocidade do movimento das partículas (falas 31 a 36).

Embora as alunas tenham entendido a analogia do professor, elas não verbalizam a idéia de partículas quando propõem a explicação da questão. Pois continuam falando sobre as substâncias sem fazer inferências a suas partículas: “...*para o permanganato se dissolver*” (fala 29) e “*o líquido deveria estar se movendo*” (fala 30).

Seqüência 10:

1. BRU: *"A próxima perguntava. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem? Sim. Pois mesmo sem mexer o líquido as partículas"*.
2. P1: *"Tá. Assim. Mas tu estás dizendo, sem mexer o líquido. Estou perguntando agora, se as partículas do líquido não se mexessem, será que as de permanganato poderiam se mexer dentro do líquido? Essa é a pergunta"*.
3. BRU: *"Sim, eu acho"*.
4. MIL: *"Se não, não teriam se espalhado. Não. Espera aí"*.
5. P1: *"Não, se espalham.."*
6. BRU: *"Ai"*. [risos, balançando a cabeça com a confusão]
7. P1: *"Se elas se espalharam é porque tem movimento"*.
8. BRU: *"Aha"(sim)*
9. P1: *"Se você larga um grãozinho de permanganato a cor se espalha em cima da mesa?"*.
10. MIL: *"Não"*.
11. P1: *"Não. Se largou na água ele se espalhou"*.
12. P1: *"Onde estava se movendo?"*.
13. BRU: *"Assim ó professor. Se as partículas do líquido não se movessem não teria como se dissolver. É isso?"*.
14. P1: *"Eu estou perguntando, é essa a pergunta"*.
15. BRU: *"E eu estou respondendo, não teria como"*.
16. P1: *"É, isso é o que nós vamos conferir, porque antes vocês tinham botado uma outra"*.
17. BRU: *"Que sim, o contrário"*.
18. P1: *"Então, assim, pensem, para poder se movimentar. Pensem em um ônibus cheio, cheio, cheio"*.
19. BRU: *"Tá bom"*.
20. MIL: *"Vou pensar"*.
21. P1: *"Tu está lá na frente, e quer ir lá para o fundo. Se as pessoas não derem lugar para ti, tem como se mexer? Dentro do ônibus?"*.
22. MIL: *"Não"*.
23. P1: *"Não. Na medida que o pessoal do fundo vai descendo tu consegue ir descendo junto, pois os outros se mexem. Então, só pode se mexer porque tem que ter espaço para se mexer. Então assim, quem estava se mexendo ali assim, eram as partículas de água, não eram?"*.
24. BRU: *"Sim"*.
25. P1: *"Só que a gente não está vendo"*.
26. MIL: *"Ahh (sim), então"*
27. P1 continua falando: *"Como a gente consegue ver isso? Pela própria dissolução do permanganato, que ali tem cor"*.
28. MIL: *"Então a resposta é não ele não conseguiria se, [pausa] se dissolver"*.
29. BRU *"Não, pois para o permanganato se dissolver"*.
30. MIL complementa: *"O líquido deveria estar se movendo"*.
31. P1: *"E que acontece com a temperatura então? A dissolução foi mais rápida ou não?"*.
32. BRU: *"Oi?"*. [Estava desatenta, pois estava escrevendo.]
33. P1: *"Quando tu colocou água quente, a cor se espalhou mais fácil ou mais difícil?"*.
34. BRU: *"Mais fácil"*.
35. P1: *"Então o que acontece com a velocidade com que as partículas estão se movendo?"*.
36. MIL e BRU: *"Aumentam"*.

A verbalização da idéia de partículas ocorre somente quando as alunas têm que propor modelos para explicar as características dos estados físicos (seqüência 11). Neste trecho o professor, depois de realizar os vários diálogos referentes aos experimentos e também sobre as questões anteriores (seqüências 8, 9 e 10) ajuda as alunas a resolver a

questão 18: “*Representando as partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas a seguir indicados: a) o sólido permanganato de potássio; b) a água líquida; c) a solução do copo 1; d) a solução do copo 2; e) a solução do copo 3; f) a solução do sistema da parte dois após 5 minutos*”. Ele questiona sobre as características do estado sólido, sobre a forma do sólido (falas 2, 6 e 8). Primeiramente a aluna BRU não consegue dizer as características do estado sólido (fala 5) e depois na fala 9 diz “*a forma é constante e o volume também*”. Novamente a aluna está expressando “conceitos científicos” – “*O sólido possui forma constante e volume constante*”, adquiridos durante a trajetória escolar sem saber demonstrar um entendimento destes enunciados, nem conseguindo relacioná-los facilmente com explicações relativas ao tema.

Quando o professor questiona o porquê da forma e volume constante (fala 10), por que isso ocorria e principalmente: “*como estariam as partículas*”, a aluna BRU consegue criar um modelo usando as partículas para o estado sólido dizendo que elas estariam agrupadas (fala 11). O professor continua com a discussão, utilizando agora a idéia de partículas. Pergunta sobre o movimento das partículas no sólido (fala 12) e no líquido (fala 14). Diz então na fala 17 que as alunas devem utilizar estas características diferentes entre as partículas do sólido e do líquido para proporem representações. E pergunta como estariam as partículas no sólido (fala 19). Primeiramente MIL vai sugerir desenhar uma bola somente (fala 20), pensando talvez, em um pedaço pequeno de sólido onde estariam várias partículas agrupadas formando uma bola. Pois a idéia de partículas agrupadas já fora sugerida por BRU na fala 11, e também logo após a negativa do professor para desenhar apenas uma bola (falas 21 e 23) a aluna MIL fala em estarem agrupadas (fala 24). Quando o professor diz que são “*um monte de bolinhas*” (fala 25) a aluna MIL sugere “*um monte de bolinhas agrupadas*” para o sólido (fala 26). E perguntada sobre como estariam as partículas na água (fala 28), diz que elas estão dispersas (fala 29).

Percebe-se que as alunas entenderam a lógica da questão, e conseguem propor modelos utilizando a idéia das substâncias serem formadas por pequeníssimas partículas. Conseguem fazer generalizações dos modelos criados para outros sistemas, por exemplo, quando BRU utiliza novamente a idéia de partículas separadas para a solução de permanganato de potássio em água (fala 34). Esta generalização fica mais evidente na fala 39: “*Mas é tudo a mesma coisa então?*”, onde a aluna percebe que todos os líquidos (soluções) teriam a mesma representação. A proposição dos modelos, que foi auxiliada

pelo professor, bem como a generalização feita independentemente pela aluna BRU, mostram que as alunas conseguem avançar para níveis de pensamento mais complexos.

As alunas conseguem propor explicações causais para o fenômeno. Deixando de fazer relações somente entre as observações macroscópicas sobre os objetos e construindo explicações “submicroscópicas” para justificar as observações. Visto que a explicação causal consiste no uso de ações e operações por um sujeito que cria modelos (representações) e os atribui a objetos (Inhelder 1986). Estas explicações causais também são percebidas nas falas 43 a 48, onde o professor questiona sobre os espaços vazios entre as partículas, e as alunas explicam que a causa de ter espaço entre as partículas é por que é líquido (fala 44). E por ter espaço entre as partículas do líquido elas se movem. As representações criadas pelas alunas para a questão podem ser vistas na figura 1.

Seqüência 11

1. BRU: *“Agora pergunta aqui, Representando as partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas a seguir indicados. A) o sólido permanganato de potássio”.*
2. P1: *“Quais as características do sólido? Vamos pensar do estado sólido, então”.*
3. BRU: *“Sólido”.*
4. P1: *“Tá”.*
5. BRU: *“É sólido, (risos) como eu vou explicar o sólido”.*
6. P1: *“Vamos pegar um sólido, por exemplo, vamos pegar este palito. Qual a forma dele? [P1 arranca a cabeça do palito para ficar somente com a parte de madeira] Madeira, certo?”.*
7. BRU: *“Certo”.*
8. P1: *“Sólido, sólido. Se eu fizer assim vai mudar a forma dele?”. [P1 inclina a mão que segura o palito para que ele mude de uma posição vertical para uma posição horizontal.]*
9. BRU: *“Não, a forma é constante e o volume também”.*
10. P1: *“Isso tá. E o que acontece? Por que isso será? Como estão as partículas ali assim para”.*
11. BRU interrompe: *“Agrupadas [faz gesto unindo as mãos], vamos dizer assim”.*
12. P1: *“Elas estão se movendo aqui no sólido?”.*
13. BRU: *“Não”.*
14. P1: *“Não, então por alguma coisa, elas não podem se mover. [P1 pega uma garrafa com água.] E no líquido elas se movem?”.*
15. BRU: *“É lógico”.*
16. [P1 fica mexendo a garrafa]
17. P1: *“Tem que se mover, se não, não ficariam nesta forma, se bota assim [mexendo a garrafa] fica nesta forma. Se eu abrir aqui assim vai molhar toda classe. Então tem alguma coisa diferente nas partículas do líquido e nas partículas do sólido. Então tentem representar isso”.*
18. BRU: *“Tá, mas então, o sólido permanganato de potássio”.*
19. P1: *“Como será que estão as bolinhas no sólido?”.*
20. MIL: *“Então no sólido eu vou colocar uma bola”.*
21. P1: *“Não, é uma bola só?”.*
22. MIL: *“Sim, só ele. *Não, tá, ah não”.*
23. *P1: *“Não, se não” [enquanto MIL fala]*
24. MIL: *“Elas estão agrupadas”.*
25. P1: *“Seria um monte de bolinhas”.*
26. MIL: *“Um monte de bolinhas agrupadas”.*
27. P1: *“Pode ser”.*

28. P1: “Como estão as bolinhas agora da água?”.
29. BRU: “As bolinhas da água estão”.
30. MIL “Estão dispersas”.
31. P1: “Pode ser uma representação, elas podem estar mais separadas. Lembrem-se que vocês estão fazendo as primeiras idéias sobre a constituição das partículas”.
32. BRU: “Tá, e a solução do copo 1. Que copo 1 é esse?”.
33. P1: “É aquele primeiro copo, mais escuro. Vai ter água e permanganato agora, vai ter que ter bolinha de água e bolinha de permanganato”.
34. BRU: “Mas mesmo assim elas estão separadas”.
35. P1: “Tá, mas quem que é água e quem é permanganato aí?”.
36. BRU: “Sei lá, vamos botar assim desenha na folha (risos) Pronto, este é o permanganato e aquela ali é a água”.
37. P1: “Tem que fazer agora do copo 2”.
38. [...]
39. BRU: “Mas é tudo a mesma coisa então?”.
40. P1: “O que vai diminuindo?”.
41. BRU e MIL: “O permanganato”.
42. [...]
43. P1: “Então, por que vocês botaram espaço entre as bolinhas?”.
44. BRU: “Porque é líquido”.
45. P1: “Tá, mas por que no líquido tem espaço?”.
46. BRU: “Porque as partículas se movem”.
47. P1: “Tá, então assim, a idéia de vocês colocarem este espaço é que as partículas se movem, né?”.
48. BRU: “É”.

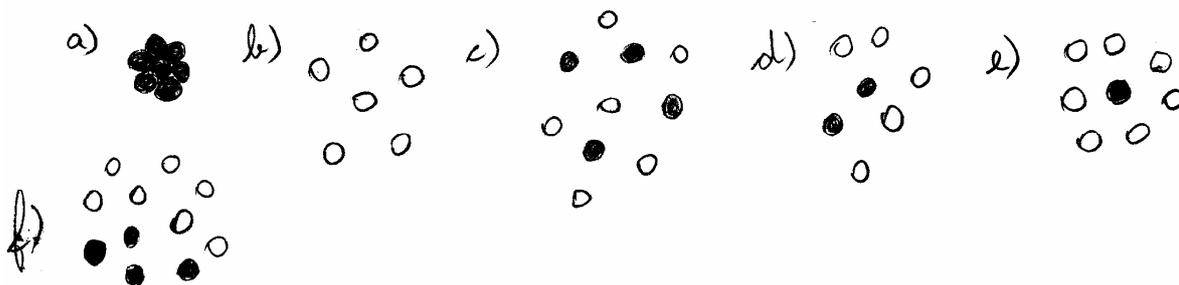


Figura 1: Representações propostas pelas alunas para os sistemas a) o sólido permanganato de potássio; b) a água líquida; c) a solução do copo 1; d) a solução do copo 2; e) a solução do copo 3; f) a solução do sistema da parte dois após 5 minutos.

Esta foi a primeira representação para as partículas constituintes das substâncias realizadas pelas alunas. Percebe-se a tentativa de representar os aspectos visuais (macroscópicas) em uma escala submicroscópica (representacional). Por exemplo, na letra f, onde representam as partículas de permanganato de potássio na parte de baixo do desenho, correspondendo a cor mais intensa no fundo do copo. Verifica-se também a existência de espaços vazios entre as partículas nos sistemas líquidos, condição essa, necessária para justificar o movimento das partículas como foi expressa em suas falas.

Mesmo conseguindo entender a questão, e construindo modelos representacionais para os estados sólido e líquido através da idéia de partículas, as alunas apresentam

dificuldades de utilizar esta noção para explicar outros fenômenos. Como o da expansão do ar por aquecimento, experimento realizado na atividade seguinte.

A expansão do ar sob aquecimento

As alunas aquecem um frasco de vidro contendo um balão de festas preso à sua boca. Passado algum tempo de aquecimento o balão de festas está inflado. Em seguida as alunas respondem questões relacionadas ao experimento. As primeiras respostas dadas às questões, como podem ser visto na seqüência 12 restringem-se apenas a manifestações fenomenológicas: “*impulsionou o ar*” (fala 1) e “*o ar... fosse impulsionado*” (fala 3), o ar “*subiu para o balão*” (fala 7). Ou seja, a substância ar saindo do frasco e indo para o balão de festas.

Seqüência 12:

1. MIL: “*Olha BRU, a próxima. Por que o balão de festa ficou inflado? Eu acho que a temperatura impulsionou o ar que estava dentro do frasco e encheu o balão*”.
2. [...]
3. BRU: “*Porque a alta temperatura fez com que o ar que estava no interior do balão fosse impulsionado, fazendo o balão inflar*”.
4. MIL: “*Fosse impulsionado para onde? É isso que eu estou querendo dizer*”.
5. [...]
6. BRU lendo a questão 6: “*O que aconteceu com o ar dentro do frasco de vidro quando esse foi aquecido?*”.
7. MIL: “*Subiu para o balão*”.

A idéia de partícula só é utilizada nas questões 7 e 8, onde explicitamente se solicita para utilizar a idéia de partículas. A questão sete pede para fazer representações (desenhos) explicativas sobre as partículas de ar no frasco de vidro antes e depois do aquecimento. Há uma discussão entre BRU e MIL sobre como fazer o desenho para o sistema aquecido pois, MIL pensava que todo o ar estava no balão de festa e BRU dizia que o ar tinha que estar em toda parte. A questão 8 pede para explicar como o balão de festa ficou inflado, utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias. Depois de um pequeno diálogo as alunas chegam a seguinte resposta: “*São pequenas partículas, mas são muitas. Com o aquecimento as partículas de ar se espalham, inflando o balão*”. Pode-se notar na resposta dada a esta questão, que as alunas conseguem criar uma explicação “submicroscópica”, um modelo “*as partículas de ar se espalham, inflando o balão*” para o fenômeno visível do balão de festas inflar. Pelos diálogos e pela resposta fornecida também se verifica a conservação das características das partículas, elas não se alteram com o processo. Elas apenas mudam a interação entre elas “*se espalham*”.

Mesmo que as alunas estejam ampliando suas idéias sobre as partículas constituintes das substâncias, elas ainda não as utilizam prontamente para explicar os fenômenos. As primeiras explicações são sempre relacionadas a manifestações macroscópicas observadas nos fenômenos. Isso é uma constante nos estudos do campo da educação em ciências. Os alunos utilizam o conhecimento de senso comum quando se começa uma atividade. A proposição de explicações utilizando partículas geralmente é feita quando o termo é mencionado nas questões ou nas falas do professor. Esta característica também ocorreu na aula seguinte da evaporação e condensação do éter.

Evaporação e condensação do éter em sistema fechado

Nesta atividade enquanto o professor fazia o experimento de forma demonstrativa¹² ele questionava as alunas sobre o que elas observavam e solicitava para proporem explicações para as mesmas. Estas explicações, embora estejam corretas, (seqüência 13), começam com explicações que não utilizam o nível submicroscópico (falas 1 e 4). Falam que o vapor vai passar de um lado para o outro (de um balão para o outro), mas não dizem como é este movimento do vapor.

Na atividade anterior as alunas expressaram a idéia que as partículas do ar se espalhavam. Porém não utilizam esta idéia para explicar a movimentação do vapor do líquido incolor (éter) questionadas pelo professor várias vezes e transcrito aqui na fala 2. As alunas também tentam explicar o fenômeno relacionando-o a outros que possuem características semelhantes (fala 6).

Seqüência 13:

1. BRU: *“Eu coloquei assim. Acho que o líquido incolor vai evaporar movendo-se para o outro balão se concentrando lá, pois a água estará fria”.*
2. P1: *“Tá, mas por que ele consegue se mover de um lado para o outro?”.* [pausa] *“Vocês estão vendo alguma coisa aqui?”.*
3. [...]
4. BRU: *“O líquido. Assim ó professor. O líquido incolor está passando de um lado para o outro, porque a água, não, o líquido está evaporando, se transformando em gás e vai passar para o outro lado e lá vai ficar porque a água está gelada e ele não vai evaporar”.*
5. [...]
6. BRU: *“O que acontece quando está calor a água dos mares evapora e daí forma as nuvens e chove água líquida”.*

A aula segue com os questionamentos sobre a “passagem” do vapor de um balão para o outro. E o professor utiliza uma analogia de uma aluna caminhando pela sala em direções que estão bloqueadas por outras pessoas e objetos, ou que estão desbloqueadas

com espaço suficiente para o movimento da aluna. E outra do movimento de pessoas dentro de um ônibus. Estas analogias são utilizadas para destacar a idéia de que para haver movimento é necessário espaço vazio. Também se buscou explicar se a existência de vácuo (vazio) atrapalharia o movimento das partículas. Feita as analogias, o professor começa a utilizar a idéia de partículas em seus questionamentos e explicações (seqüência 14). Dando ênfase a conservação das partículas, estas não mudam (falas 3, 7, 9, 11 e 22) o que muda é a interação entre elas nos diferentes estados físicos. Na seqüência o professor também faz relações entre a densidade e a distância entre as partículas no estado gasoso, na qual o número de partículas, comparado aos demais estados físicos, não muda, mas sim o volume ocupado por elas, portanto a densidade é menor (falas 17 a 32).

As diferenças de interação entre as partículas “*mais agrupada*” no líquido (fala 22) e “*se dispersam*”. (fala 14), “*se espalham*” (fala 15) no vapor foram sugeridas pelas alunas. Estes modelos, onde há um aumento das distâncias entre as partículas respectivamente do líquido para o vapor, já são utilizados pelas alunas com maior facilidade e freqüência. Mas elas não utilizam estes modelos para explicar alguns comportamentos característicos dos estados físicos. Como, por exemplo, explicar a movimentação das partículas no vapor de um balão para o outro. Parece que as alunas constroem seus modelos pensando mais nas distâncias entre as partículas, do que no movimento das mesmas. Uma causa disso pode ser a própria representação dos modelos em desenhos estáticos no papel.

Seqüência 14:

1. P1: “*Vamos pensar assim agora em termos de densidade. Nós estamos falando a idéia de partículas. O que está acontecendo com a partícula do líquido que está aqui? [balão quente] Que aqui é líquida. Pega e o que acontece com a partícula?*”.
2. ITE: “*Vai evaporar*”.
3. P1: “*Vai evaporar, ela se destrói ou não?*”.
4. ITE: “*Não*”.
5. P1: “*Não. O líquido que eu tenho aqui [balão quente] é o mesmo que eu tenho aqui, [balão frio] não é?*”.
6. ITE: “*Sim*”.
7. P1: “*Então devem ser as mesmas partículas*”.
8. [...]
9. P1: “*Vamos agora a idéia de partícula. Se eu tenho uma partícula aqui, ela está saindo do líquido e indo para o vapor. A substância, ah, a partícula está se modificando?*”.
10. ITE: “*Não*”.
11. P1: “*Não. A partícula não se modifica, né? Tanto que quando ela volta aqui para o lado de cá [balão frio] ela é a mesma substância*”.
12. BRU: “*É que aqui ela está mais agrupada né?*”. [tem sua fala interrompida]
13. P1: “*Aqui [balão quente] elas estão mais agrupadas. Quando passa para o vapor o que acontece com o grupamento delas?*”.

¹²Havia dois professores na sala de aula e cada uma fez a demonstração para metade da turma.

14. BRU: “Elas se, se dispersam”.
15. ITE: “Se espalham”.
16. P1: “Se espalham, certo”.
17. P1: “Elas se espalham, estão se espalhando. Como a gente pode perceber bem isso? Pela própria densidade dos líquidos e dos gases, né? Os gases não são muito menos densos que os líquidos e os sólidos?”..
18. [...]
19. P1: “Se eles são mais densos, o que acontece ou eles tem mais massa ou menos volume”.
20. P1: “O que acontece ali assim? A partícula muda?”.
21. ITE: “Não”.
22. P1: “Se a partícula não muda, a massa dela muda?”.
23. ITE: “Não”.
24. P1: “Não, basicamente o que vocês disseram que mudou. A distância entre elas, não é?”.
25. [Alunos confirmam]
26. P1: “A distância então está relacionada então se vocês pegarem três dimensões, vai dar o que?”.
27. ITE: “O que?”.
28. P1: “Se eu pegar distância em três dimensões [faz gestos em três direções] vai representar o que? Não vai se representar o volume?”.
29. ITE: “Vai”.
30. P1: “Então em três dimensões vai ser o volume. Então se está aumentando a distância entre elas, está aumentando o volume entre elas. Né? Então se a massa é a mesma e o volume é maior, o que acontece com a densidade?”.
31. ITE: “Aumenta. Não?”.
32. P1: “Densidade é a massa dividido por volume. Se eu divido por um negócio maior, ela diminui né? Por isso a densidade do gás é menor, tem mais espaço entre as partículas, por isso o volume vai ser maior também. Por isso a densidade do gás é menor. Se a densidade do gás é menor, tem mais espaço para as partículas se moverem entre elas”.

A explicação escrita que as alunas dão para o fenômeno: “*As partículas do líquido dentro do balão mergulhado na água quente evaporam, ou seja, se dispersam até chegar no outro balão voltando a líquido, onde as partícula voltam a se agrupar*”, reforça nossa descrição acima, pois ela é feita com relação às partículas se dispersarem e se agruparem. A expressão “*dispersam até chegar no outro balão*” não menciona como ocorre esta movimentação, não há uma menção explícita de partículas se movimentando. Também se pode observar que há uma mistura das observações macroscópicas dos fenômenos com os modelos “submicroscópicos”: “*as partículas do líquido...evaporam*”. Isso é um obstáculo substancialista na medida que as alunas estão atribuindo características da substância (o líquido evaporar) às partículas constituintes do mesmo.

Sublimação e ressublimação do iodo

Na atividade referente ao estudo da sublimação do iodo as alunas possuem comportamento diferente quanto à utilização da idéia das substâncias serem formadas por partículas. Ela se mostra muito mais freqüente, e às vezes as alunas a usam para complementarem respostas dadas a questões onde não seria necessária, como a questão

número um: “*Descreva o aspecto do sólido*”, cuja resposta foi: “*O sólido estava na forma de bolinhas¹³, tem cor metálica, e por ser sólido, tem partículas bem agrupadas*”.

A resposta dada à questão três: “*Explique sua resposta à questão anterior (O que você acha que irá acontecer quando o sólido for aquecido?)*” é elaborada rapidamente utilizando as idéias sobre partículas: “*Porque acredito que o aumento da temperatura faça com que as suas partículas se dispersem dando forma de pó ao sólido¹⁴*”. As explicações conseguem relacionar causa (aumento da temperatura) e efeito (“sólido se desmanchando e virando pó”) através de uma visão “submicroscópica” (partículas se dispersando).

A aluna MAI, que pouco expressava seus pensamentos, também utiliza a idéia de partículas: “*Não é a dispersão das partículas que se abrem e...*” (fala 2, seqüência 15). Pode-se verificar novamente o uso do modelo de partículas onde não seria necessário (fala 5).

Seqüência 15:

1. BRU: “*O que é a cor dentro do tubo? É o sólido se transformando em vapor*”.
2. MAI: “*Não é a dispersão das partículas que se abrem e...*” [BRU interrompe]
3. BRU: [inaudível] “*... se está no vapor as partículas já estão dispersas*”.
4. [...]
5. BRU: “*O professor a 5 pergunta o que é a cor que surge dentro do tubo, eu coloquei: é o sólido se transformando em vapor, ou seja, suas partículas ficam bem dispersas, é isso?*”.
6. [...]
7. P1: “*Ou já é o vapor?*”.
8. BRU: “*Não, já é vapor*”.
9. MIL: “*É o vapor do sólido então*”.

Este uso “desnecessário” da idéia de partículas também é repetido em outras vezes como na seqüência 16, onde as alunas já confundem a representação para o estado sólido com o próprio sólido.

Seqüência 16:

1. MIL: “*E essa outra. O que são os pontos brilhantes na parte superior do frasco? São as partículas do sólido. Eu coloquei. É ou não é?*”.
2. P1: “*São só as partículas? Lembrando que as partículas a gente não consegue ver*”.
3. BRU: “*É o sólido, é isso a resposta?*”.
4. P1: “*É o sólido ou não? Está no estado sólido ou não?*”.
5. MIL: “*Tá né, está dizendo*”.
6. BRU: “*O professor e a 10. Se a cor esta diminuindo, para onde está indo a cor? Para as partículas brilhantes., ou para o sólido*”.
7. P1 apontando para o iodo aderido ao vidro: “*Não vamos chamar isso de partículas. vamos chamar de purpurina, ou sólido brilhante ou sólido finamente dividido*”.
8. MIL: “*Ah tá, o sólido finamente dividido*”.

¹³ “Bolinhas” refere-se a forma do iodo sólido que foi colocado no balão.

¹⁴ As alunas tinham considerado, em sua resposta à questão anterior, que o sólido ao ser aquecido se “desmanche, tornando-se pó”. As ações nas quais as alunas criaram essa idéia não foram acompanhadas pelo professor. Assim ele não teve a oportunidade de questionar sobre o entendimento que as alunas tinham de “virar pó”.

Ao fazerem desenhos representativos das partículas a aluna MIL considera inicialmente que as partículas no “brilho” estariam mais separadas do que na bolinha inicial, pois o brilho possuía uma superfície maior, estava “dividido” (fala 1), novamente confundindo as partículas do sólido com o próprio sólido. O professor relembra que o desenho é uma representação do sólido (fala 4) e assim MIL (fala 5) propõem que as partículas estariam juntas, correspondendo a mesma representação do sólido inicial. O desenho feito após esta intervenção do professor corresponde à figura 2.

Seqüência 17

1. MIL perguntando sobre suas representações: “Sólido, elas estão todas bem juntinhas”.
2. P1 referindo-se para o círculo representando o sólido final: “E aqui em cima?”.
3. MIL: “Estão mais dispersas, pois o sólido foi [fazendo gestos com as mãos indicando que o sólido está espalhado] dividido. Então as partículas estão mais espalhadas”.
4. P1: “Estamos fazendo uma representação microscópica, estamos pegando um pedaço daquele sólido”.
5. MIL: “Estão juntas”.
6. P1: “Não é o mesmo sólido?”.
7. MIL: “É”.

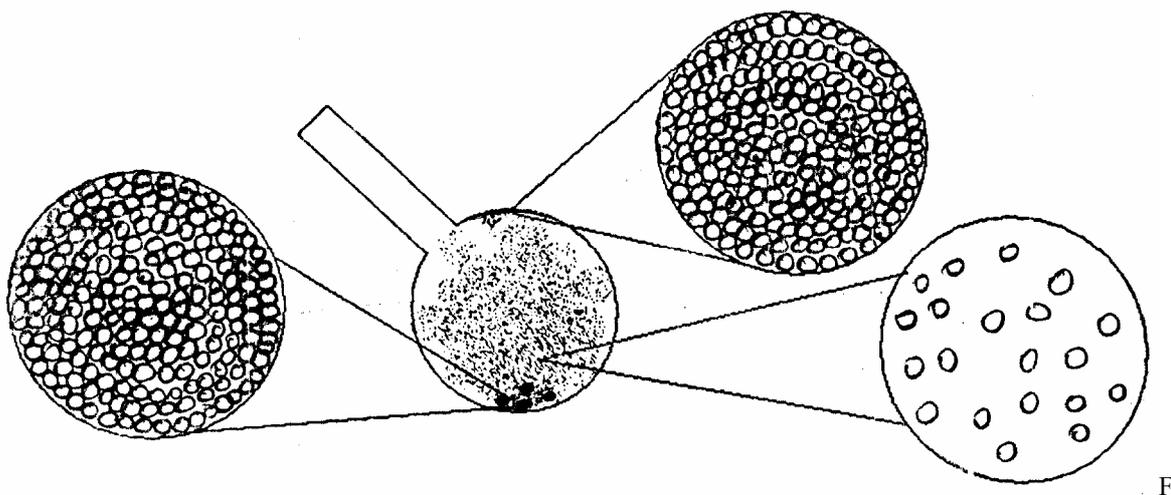


figura 2: Representações propostas pelas alunas para as partículas de iodo. Círculo da esquerda = sólido inicial; círculo central = sólido final; e círculo da direita = vapor.

Questionadas sobre a quantidade de material inicial e final contidos dentro do frasco, as alunas demonstram noção da conservação da matéria. E explicam isso pela conservação das partículas: “as partículas só se dispersam” (fala 1) e “o sólido é o mesmo” (falas 3 e 12).

Seqüência 18:

1. MIL: “A quantidade de material brilhante é a mesma da quantidade de material contida na pedrinha colocada no início ou houve alteração na quantidade? Eu acho que não, as partículas só se dispersam”.
2. [...]
3. MIL: “Eu estou em dúvida. Porque. Houve alteração na quantidade? Eu acho que não, pois ele só está mais disperso, mas o sólido é o mesmo”.

4. BRU: *“Eu acho que não, pois na parte do material brilhante ainda tem partes vapor, ou seja, mesmo que, vamos dizer assim, é difícil. O material brilhante tende, ai! Quando tem o material brilhante na bordinha ali, tem também no vapor ainda, não está tudo no material brilhante. Mas eu não sei se ele está dizendo depois que já está tudo no material brilhante”.*
5. MIL: *“É isso que eu ia perguntar para ele, mas daí começou a falar, mas foi embora e não respondeu”.*
6. [...]
7. BRU: *“Eu quero saber como faz a 14. Porque assim ó, eu não sei se quando tem o material brilhante, já não é mais vapor, já está tudo brilhante. Entendeu?”.*
8. P1: *“Isso (já está tudo brilhante)”.*
9. BRU: *“Então não houve, então não pode ter ocorrido, não diminuiu a quantidade melhor dizendo”.*
10. [...]
11. P1: *“Se não saiu, o que aconteceu com o vapor? Se tornou sólido novamente”.*
12. MIL: *“Então o sólido é o mesmo”.*
13. P1: *“Então o sólido é o mesmo”* Confirmando MIL.
14. BRU: *“A quantidade é a mesma”.*

A idéia de diferenciar os estados físicos pela distância entre suas partículas é utilizada para explicar o que ocorreu no sistema (questão 17). Esta explicação (fala 1) é feita somente para os estados físicos e não para as transformações de um estado em outro. O professor questiona o que faz as partículas mudarem de arranjo (fala 2). As alunas relacionam prontamente esta mudança à temperatura (fala 3); e após o pedido do professor para incorporarem esta informação nas suas respostas (fala 4, 6 e 8), elas relacionam o aumento de temperatura ao “desagrupamento” (separação) das partículas e o abaixamento da temperatura ao agrupamento das mesmas.

Seqüência 19:

1. BRU: *“A 17 pergunta Utilizando a idéia de pequeníssimas partículas constituintes das substâncias explique o que ocorreu no sistema? Eu botei assim ó. Quando sólidas, as partículas estavam bem agrupadas, quando vapor as partículas ficaram dispersas, quando brilha ele estava com suas partículas bem agrupadas, pois também é sólido.”*
2. P1: *“E o que fez as partículas se agruparem e se desagruparem?”.*
3. BRU: *“A temperatura”.*
4. P1: *“Então coloca”.*
5. BRU: *“Colocar o motivo disso é a temperatura. É isso?”.*
6. P1: *“Não, O que o aumento da temperatura faz agrupar ou desagrupar?”.*
7. BRU: *“Ai meu deus, então eu vou ter que apagar tudo!”.*
8. P1: *“Não só complementa assim as partículas são agrupadas quando tal, as partículas são agrupadas quando tal”.*
9. [BRU e MIL escrevem suas respostas]
10. BRU: *“MIL eu complementei assim. As partículas são desagrupadas quando há um aumento de temperatura e agrupadas quando há resfriamento”.*

Mistura de água e álcool

A generalização de um modelo representacional para um determinado estado físico gera representações iguais para substâncias diferentes, e isto é percebido quando a aluna BRU faz representações para a água e para o álcool. Ela soluciona o problema propondo

partículas diferentes para cada substância: “*Eu vou desenhar umas bolinhas e umas estrelinhas*”. Demonstrando assim, uma idéia de que substâncias diferentes são formadas por partículas diferentes.

A tentativa de utilizar a idéia de partículas para responder as questões continua marcante. Questionadas sobre o que ocorreria quando fossem misturados os líquidos, elas buscam respostas envolvendo as partículas. BRU está em dúvida se as partículas vão se misturar ou não (falas 1, 3, 7, 9 e 12). Quando o professor informa que a água e o álcool são totalmente miscíveis (fala 13), ela diz que as partículas vão se misturar (fala 14).

Seqüência 20:

1. BRU: “*O que vai acontecer? As partículas vão se misturar ou não?*”.
2. MAI: “*Foi isso que eu coloquei. Que eles iam se misturar*”.
3. BRU: “*Mas será que vão?*”.
4. ITE: “*Eu acho que não*”.
5. MAI: “*Eu acho que sim*”.
6. [...]
7. BRU: “*Ai meu Deus, o que a gente espera que aconteça. São partículas diferentes será que elas irão se misturar?*”.
8. MAI: “*Os dois são líquidos*”.
9. BRU: “*Será que vai dar uma mistura homogênea ou uma heterogênea?*”.
10. [...]
11. P1: “*O que vocês disseram que ia ocorrer quando misturar os dois?*”.
12. BRU: “*Eu não sei, de repente as partículas vão se mis...(misturar), eu não sei*”.
13. P1: “*O álcool e a água são totalmente miscíveis, se misturam totalmente. Então o que vai acontecer com as partículas?*”.
14. BRU: “*Vão se misturar*”.

Antes de fazer a mistura dos líquidos o professor faz considerações para toda turma a respeito das partículas constituintes das substâncias, suas interações e, que cada substância é formada por um tipo de partícula. Comenta as representações mais comuns dos alunos. Em seguida faz questionamentos sobre a conservação das partículas na mistura. Em resposta a pergunta do professor BRU diz que as partículas não desaparecem e sim, se misturam, mostrando a idéia de conservação das partículas no processo.

Seqüência 21:

1. P1: “*Então voltando à dissolução. O que acontece com as partículas? Elas desaparecem?... A idéia de partícula é assim: As substâncias são representadas por partículas, a água é feita por partículas, o álcool é feito por partículas. Se a partícula mudar o que estaria acontecendo com a substância? Mudaria também. Então a partícula não pode mudar. Vocês têm que se darem conta que para mudar a partícula, muda a substância. Cada substância tem a sua partícula. Geralmente o que muda de um estado físico para outro é o tipo de interação que vocês têm entre as partículas. O tipo mais comum de desenhos que vocês fazem é o sólido as partículas estão bem juntinhas, no líquido estão separadas e no gás bem separadas. Vocês desenharam a mesma partícula, pode ser bolinha, só aumenta a distância entre elas, conforme o estado físico que aparece*”. P1: “*Agora no caso na mistura um líquido no outro. As partículas de água vão desaparecer? As partículas de álcool vão desaparecer?*”.
2. BRU: “*Não. Vão se misturar*”.

A mistura é feita e há uma redução do volume da mistura de 100 mL para 98 mL. As alunas não conseguem entender esta redução, pois não relacionam o fenômeno às idéias de partículas que estavam construindo. Pelo diálogo (seqüência 22) nota-se que BRU consegue perceber algumas variáveis envolvidas no processo (fala 6), e tenta explicar a redução de volume pelas ações realizadas com as amostras (falas 7 e 16): os líquidos controles não foram misturados nem mexidos. O professor chega ao grupo e explica que a redução de volume não é causada pela evaporação dos líquidos e, que deste modo, deveriam ser buscadas outras causas para explicar o fenômeno. Explicações estas relacionadas com os modelos de partículas (fala 26).

Seqüência 22:

1. BRU: *“Eu não entendo como aconteceu isso”*.
2. MAI: *“O seguinte, ele passou uma vez para gente dai no caso estava 100mL e a outra vez que passou estava 98mL porque o álcool evapora mais rápido que a água”*.
3. ITE: *“Não porque o professor misturou tudo”*.
4. BRU: *“Não. Tu não entendeu. Eu quis dizer, tudo bem, a mistura deu 98, mas por que o álcool e a água não evaporaram?”*.
5. MAI: *“Pois é. Mas passou um tempo não é? Agora tem que esperar passar de novo”*.
6. BRU: *“Mas passou o mesmo tempo que passou a mistura”*.
7. BRU: *“Por que não evaporou? Porque a mistura é mais rápida a evaporação”*. [Para e dá risadas]
8. [...]
9. BRU: *“Professor (P1), por que não evaporou? Eu não entendi”*.
10. BRU: *“Como da 98 nos outros? Nos outros também teria que dar 49 e 49”*.
11. P1: *“Tinha 50 mais 50 e deu 98”*.
12. ITE: *“Eles evaporaram?”*.
13. P1: *“Não”*.
14. BRU: *“Eu entendi que eles não evaporaram”*.
15. P1: *“Isso mesmo eles não evaporaram. Aqueles frascos, aqueles testes controles”*. [é interrompido por BRU].
16. BRU: *“Eles não evaporaram porque não mexeram neles”*.
17. P1: *“Não”*.
18. BRU: *“Ai meu deus”*.
19. P1: *“Se aqueles frascos controles evaporassem”* [BRU confirma com um ‘aha’] *“eu poderia dizer que o volume diminuiu por causa que evaporou algum material”*.
20. BRU: *“Tá”*.
21. P1: *“Como eu tenho aquele controle e, eles não evaporaram, não diminuíram de volume. Neste intervalo de tempo não evaporou o suficiente para dizer que evapora”*.
22. BRU: *“Aha”*.
23. P1: *“Então tu não pode dizer que o volume diminuiu porque evaporou. Tem que criar outra explicação para o volume diminuir”*.
24. [...]
25. BRU: *“Ai professor como eu vou explicar isso?”*.
26. P1: *“Pelo modelo de constituição da matéria que a gente têm”*.

Em seguida (seqüência 23) o professor utilizando os modelos desenhados pelas alunas para os líquidos água e álcool, figura 3, questiona sobre os espaços vazios onde não haviam partículas desenhadas. Relacionando, em seguida, a diminuição dos espaços vazios quando as substâncias eram misturadas à diminuição de volume da solução resultante.

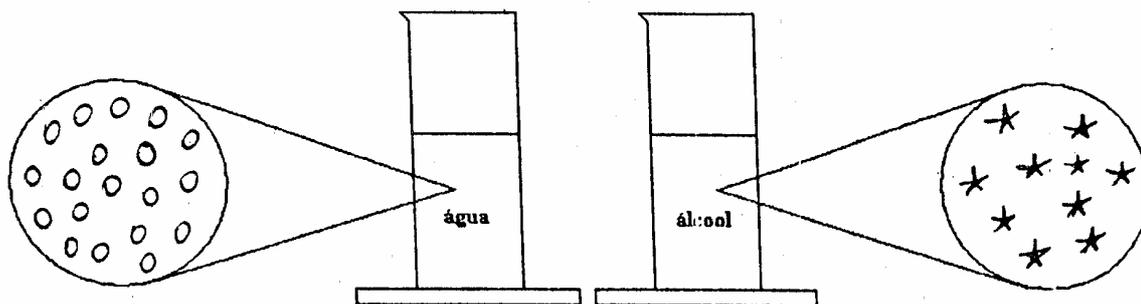


Figura 3: Representações para as partículas dos sistemas água e álcool.

Seqüência 23:

1. P1: *“Pelos modelos que a gente está criando aqui assim”*. [P1 aponta para a folha de BRU na qual estavam as representações da água e do álcool, para em seguida apontar para a representação feita para a água]. *“Tem só partículas aqui?”*.
2. ITE: *“Sim”*.
3. BRU: *“Como assim?”*.
4. P1: *“Tem partícula aqui, tem partícula aqui”* apontando para as partículas desenhadas na representação da água. P1 indica na representação um local onde está desenhada uma partícula e comenta: *“Tem uma partícula aqui, certo?”*.
5. BRU: *“Certo”*. ITE: *“Sim”*.
6. Agora apontando para outra partícula desenhada P1 comenta: *“O que tem aqui? Partícula não é?”*.
7. BRU: *“Sim”*. ITE: *“Sim, todas são”*.
8. P1: *“O que tem aqui?”*. Apontando para uma região em branco na representação.
9. P1: *“Você desenhou partículas aqui?”*..
10. BRU: *“Não, mas deve ter”*.
11. P1: *“Mas tu não desenhou. O que é para ser aqui? O que é para ter aqui onde tu não desenhou nada?”*.
12. BRU: *“Ai professor! O que é para ter ali?”*.. [Pergunta para ITE].
13. ITE: *“Nada”*.
14. P1 confirma: *“Nada! Não é?”*.
15. BRU: *“Ai que lógica esta resposta”*.
16. P1: *“Ou a gente pode dizer que está um espaço vazio, se não tem nada ali, não é?”*.
17. BRU: *“Aha, tá”*.
18. P1: *“Quando tu mistura este com este”,* apontando para os desenhos do álcool e da água, *“será que este espaço vazio não pode diminuir?”*.
19. ITE: *“Juntar?”*.
20. P1: *“Tu não misturou tudo? Não vão estar misturadas estas partículas com estas partículas?”*. Apontando para as partículas de água e álcool das representações da folha. *“Elas podem se juntar e diminuir o espaço vazio que tem entre elas. É uma próxima interação que tem aí”*.
21. BRU/MAI: *“Porque no juntar-se as partículas, quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas”*.

A atividade termina com uma questão que propõem a utilização de desenhos para explicar como estão as partículas na mistura de água e álcool. Pelo desenho proposto (figura 4) se observa primeiramente a conservação das partículas representadas pelo mesmo tipo de figura (bolinhas e estrelas), e a representação do espaço vazio, porém em proporção menor, como forma de explicar a diminuição de volume na mistura.

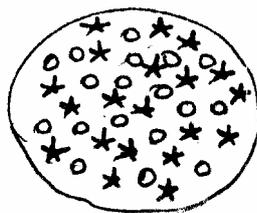


Figura 4: Representações para as partículas de água e álcool na solução resultante dos dois líquidos.

Considerações finais

A idéia de partículas constituintes das substâncias pertence a uma realidade cujos objetos não podem ser percebidos pelos sentidos humanos. E desta forma, sua compreensão exige abstração, muitas vezes, ocorre através da utilização de analogias com objetos que possam ter um acesso direto aos nossos sentidos.

Por exemplo, a noção que as partículas estão em movimento só foi melhor compreendida após a utilização de analogia realizadas pelo professor com o movimento de sistemas macroscópicos (pessoas se deslocando). Estas analogias funcionam momentaneamente, mas se os alunos não conseguirem transpor a idéia para o nível submicroscópico, se tornam transitórias estas associações. E em função disso o aluno não consegue construir modelos que incorporem esta característica. Esta característica do movimento randômico das partículas foi o que as alunas menos manifestaram em suas falas.¹⁵

Algumas limitações das análises das seqüências de diálogo se deve às situações da sala de aula, que são diferentes das de uma entrevista clínica, o professor não pode ficar questionando indefinidamente os alunos até que eles elaborem os conceitos pretendidos pelo professor. Também não permitem o professor tentar entender todas as colocações feitas pelos alunos sobre determinado conceito para determinar a origem de tal argumentação e/ou pensamento.

Nossa análise constatou que as alunas conseguiram construir algumas noções sobre a constituição das substâncias dentre as quais: as substâncias são formadas por partículas extremamente pequenas e por espaços vazios. Estas partículas não se modificam (massa, volume, etc), partículas diferentes correspondem à substâncias diferentes. As interações entre as partículas são diferentes nos três estados físicos, há diferença na movimentação

¹⁵ Aspectos sobre a movimentação das partículas nos diferentes estados físicos foram trabalhados em atividades posteriores, que não foram aqui analisadas.

das mesmas nestes estados, porém esta característica não é utilizada poucas vezes para explicar os fenômenos. A diferenciação dos estados físicos é feita principalmente com relação às distâncias entre as partículas.

É possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico. Há melhora na proposição de modelos mais complexos para a explicação dos fenômenos estudados em sala de aula. Eles conseguem compreender a constituição da matéria por partículas, que estas determinam suas características identificadas por sua composição química e as propriedades físico-químicas.

As explicações e natureza fenomenológica, que corresponderiam aqui às aquisições dos conhecimentos escolares, vão além da simples observação dos fenômenos pelos alunos. Ela só é possível quando estes conseguem ir além dos dados empíricos, quando se questiona a causa deste fenômeno e se busca então uma produção intelectual para elaborar explicações. Dificilmente os alunos conseguiriam realizar estes processos sozinhos. Por isso a estratégia didática de trabalhar em pequenos grupos de alunos se mostra positiva, pois os alunos podem auxiliar-se mutuamente na construção do conhecimento. Sempre auxiliados pelo professor com seu papel de mediador desta construção.

Referências bibliográficas

- Astofi, J. P.; Develay, M. *A Didática das Ciências*; Campinas: Papirus, 1990.
- Barker, V. Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas. Londres: Disponível em: <<http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>>. Acesso em: 15/08/2005. Ano de publicação: 2000.
- Benarroch, A. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 235-246, 2000.
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Carrasco, J.; Martínez-Terrades, F. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195.
- Eichler, M.L.; Parrat-Dayán, S. e Fagundes, L.C. Concepções de adolescentes e de adultos sobre as mudanças de estado do éter. *Submetido à publicação*, 2007a.
- Eichler, M.L.; Parrat-Dayán, S. e Fagundes, L.C. Concepções de adolescentes e de adultos sobre a sublimação do iodo. *Submetido à publicação*, 2007b.

- Gómez, E.J.; Benarroch, A. & Marín, N. Evaluation of the degree of coherence found in students' conceptions concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 577-598, 2006.
- Inhelder, B. Epistemología genética y psicología da causalidad física. Em J. Piaget & L. Apostel. *Construcción y validación de las teorías científicas: contribución de la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós, 1986.
- Krnel, D.; Watson, R. & Glažar, S.A. The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children describe materials. *International Journal of Science Education*, 27 (3), 367-383, 2005.
- Krnel, D; Glažar, S.A. & Watson, R. The development of the concept of 'matter': a cross-age study of how children classify materials. *Science Education*, 87, 621-639, 2003.
- Nakhleh, M.B.; Samarapungavan, A. & Saglam, Y. Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 581-612, 2005.
- Parrat-Dayán, S. Psicología de Piaget Aplicada à Educação: Como Isto Funciona?. *Revista Escritos sobre Educação*, 2 (2), 33-42, 2003.
- Piaget, J. *Epistemología genética*. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- Schnetzler, R.P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25 (Supl. 1), 14-24.
- Schnetzler, R.P; Araguão, R. M. R. Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*. 1, 27-31, 1995.
- Stavy, R. Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science teaching*, 27 (3), 247-266, 1990.

O papel mediador do professor na elaboração conceitual de noções sobre a natureza particulada da matéria

Resumo

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre o papel mediador do professor na elaboração conceitual de noções sobre a natureza particulada da matéria. Os resultados vêm da análise qualitativa de seqüências de aulas que foram gravadas em vídeo e transcritas na forma de protocolos, nas quais, o professor interagia com um pequeno grupo prototípico formado por quatro alunas. As atividades de ensino foram orientadas segundo proposições didáticas construtivistas e interacionistas, inspiradas na epistemologia genética. Estas envolveram processos de dissolução, expansão térmica do ar, e mudanças de estados físicos, que permitem proposições de modelos explicativos, a nível atômico-molecular, num processo de construção de conhecimento, dialético e dialógico, mediado pelo professor. Os resultados apontam que o professor desempenha um papel essencial na evolução das compreensões dos alunos sobre os fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico.

Introdução

Este trabalho analisa as interações professor-aluno no processo de ensino e aprendizagem, realizados durante a aplicação de uma proposta curricular para o primeiro ano do nível médio, que utiliza a mineralogia como articuladora das temáticas previstas no programa da disciplina de química do respectivo ano, na qual as atividades de ensino e de aprendizagem são realizadas em pequenos grupos de alunos. Esta proposta curricular foi fruto do diálogo entre professores de química de escolas públicas estaduais e alunos do curso de licenciatura da UFRGS, coordenado pela Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS. Ela foi aplicada, durante o ano de 2005, em quatro turmas do Colégio Estadual Paula Soares – SECRS (Porto Alegre) nas quais o professor regente (Vander Edier Ebling Samrsla, um dos autores deste artigo) era um dos organizadores da proposta.¹⁶

Ao longo do século passado diferentes e variadas perspectivas de análise das interações entre o professor e os alunos foram realizadas com diversos interesses e

intenções, frutos da evolução da psicologia, do acúmulo de trabalhos de análise empírica do ensino e das mudanças de paradigmas tanto teóricos como metodológicos que se sucederam neste período (Coll e Sole, 1996). Os estudos sobre o tema iniciaram-se com tentativas de medir e definir a eficácia docente através da relação direta com as características da personalidade do mesmo. Em seguida, esta eficácia docente foi relacionada à capacidade de utilizar métodos de ensino eficazes. Posteriormente, a valorização da realidade de sala de aula como objeto de pesquisa levou a considerar as relações entre professores e alunos no processo educacional. Foram criados instrumentos de observação sistemática chamados genericamente de sistemas de categorias que visavam obter instrumentos de observação para estas relações entre o professor e os alunos (Coll e Sole, 1996).

Novos enfoques de pesquisa surgem para investigar o que não podiam ser explicados pelos paradigmas clássicos e pelos sistemas de categorias, como os processos psicológicos envolvidos na aquisição de conhecimento por parte dos alunos. Assim, os focos das pesquisas mudam da preocupação de buscar os mecanismos para identificar a eficácia docente e passam para o processo de interação entre o professor e aluno em seus diferentes fatores (Coll e Sole, 1996). Essas novas investigações a respeito da interação professor-aluno, utilizarão instrumentos de coleta de dados a partir de registros narrativos e audiovisuais e a observação participante como alternativa aos sistemas de categorias e a observação externa (Coll e Sole, 1996). Promovem investigações que utilizam preponderantemente análises qualitativas ao invés de análises quantitativas, através de estudos de casos. Estas formas de pesquisas não se restringiram ao estudo da relação professor-aluno, mas também foram adotadas nas investigações sobre a educação em ciências (Schnetzler e Aragão, 1995).

Não é nossa intenção neste artigo fazer uma descrição histórica dos modelos investigativos da relação professor-aluno. Com os esses breves comentários anteriores, queremos destacar que estas pesquisas sofreram mudanças de paradigmas ao longo do tempo e que hoje existem diferentes linhas de pesquisa que investigam o tema. A maioria delas consideram que a aprendizagem ocorre através da ação construtiva do aluno.

Uma idéia principal que norteia os estudos relacionados à construção do conhecimento é que o aprendizado não pode ser produzido por processos passivos de

¹⁶ Para uma descrição detalhada da proposta ver o artigo: “*Da mineralogia à química: uma proposta*”

transmissão-recepção, mas sim através de processos ativos de elaboração conceitual. Estes processos ativos vêm das ações do sujeito sobre o objeto, levando a uma assimilação progressiva do segundo pelo primeiro. O processo de conhecer é sempre um processo constante de ação e construção onde *“a assimilação do objeto às estruturas cognitivas do sujeito é inseparável da acomodação das estruturas às características próprias do objeto”* (Parrat-Dayan, 2003, p.38). O modelo piagetiano considera todo o conhecimento um vir a ser e *“jamais se considera seu estado como definitivo”* (Piaget, 1990, p.4). Assim sendo, *“o construtivismo da teoria genética supõe também uma perspectiva relativista porque é sempre relativo a um determinado momento do processo de construção”* (Parrat-Dayan, 2003, p.38).

A maior parte das pesquisas realizadas por Piaget investigaram quais as relações entre o sujeito e o objeto, que seria o problema central da teoria do conhecimento. É importante ressaltar que Piaget se interessou pelo sujeito epistêmico e não pela individualidade dos sujeitos participantes de seus estudos. E foram os estudos da causalidade, entendida como a busca de causas para determinado efeito (observado, presumido, descoberto), que permitiram a Piaget explicar com maior clareza estas relações interacionistas entre o sujeito e objeto. A explicação causal consiste no uso de ações e operações por um sujeito que cria modelos (representações) e os atribui a objetos (Inhelder, 1986).

A contribuição do sujeito vem do seu exercício de pensar que é originado na experiência subjetiva interna. Essa experiência produz esquemas que vão orientar e determinar a interpretação do real. Esses esquemas são instrumentos do pensar e não dependem do conteúdo nem de sua origem. Por outro lado, o objeto participa do conhecimento enquanto suporte para a observação e experiência, oferecendo conteúdos para serem interpretados pelo sujeito. A causalidade é elaborada a partir da estrutura lógico-matemática do sujeito e através de interações com as operações de pensamento deste, independente do nível de desenvolvimento do mesmo. Então as explicações causais se tornam mais complexas na medida que evoluem as operações de pensamento do sujeito.

Os estudos sobre a causalidade levaram aos estudos sobre a tomada de consciência, ela pode ser entendida *“como um ir além da simples incorporação a um campo dado de antemão com todos os seus caracteres. A consciência é uma verdadeira construção, não a*

curricular para o primeiro ano do ensino médio” que corresponde ao primeiro artigo desta dissertação.

da elaboração em seu todo, mas em seus diferentes níveis, como sistemas mais ou menos integrados". (Eichler, 1999, p.32). Piaget considerou a tomada de consciência uma *"conceituação propriamente dita, em outras palavras numa passagem da assimilação prática (assimilação do objeto a um esquema) a uma assimilação por conceitos"* (Piaget, 1977, p.200). Pode-se considerar que a tomada de consciência parte do resultado de uma ação, seja este um êxito ou um fracasso desta ação.

A tomada de consciência ocorre através de dois caminhos que são interdependentes, ambos procedendo da periferia para o centro. Sendo a periferia considerada como os objetivos e resultados e, o centro, as ações do sujeito ou as propriedades intrínsecas do objeto, conforme o caminho que se segue. *"o primeiro caminho leva à construção de estruturas lógico-matemáticas e é chamado de movimento de interiorização. Em contrapartida, o segundo, denominado de movimento de exteriorização, possibilita a elaboração das explicações físicas e das relações causais"*. (Eichler, 1999, p.33).

Estes movimentos de interiorização e exteriorização segundo Parrat-Dayán são essenciais dentro do contexto da educação. E comenta que *"quando se trata de compreender os mecanismos de aquisição próprios das situações educativas, o interesse da teoria de Jean Piaget está no fato que ela explica o processo de interiorização por meio de mecanismos individuais (tomada de consciência, equilibração, abstração, generalização, etc) essenciais para evidenciar a natureza construtiva e nova das aquisições"*. (Parrat-Dayán, 2003, p.40). Estes mecanismos segundo a autora estariam ausentes em outras teorias. Ela também considera que os processos de exteriorização podem ser entendidos como um *"processo de explicação de conhecimentos... Neste caso, a exteriorização implica uma reorganização dos conhecimentos no sentido de uma explicação progressiva consciente"*. (Parrat-Dayán, 2003, p.40).

Com relação aos processos de exteriorização, quando ocorrem os processos de explicação, o contexto social possui um papel muito importante. *"A explicação implica uma possibilidade maior de comunicação e de partilha com outras pessoas. Cada vez que os conhecimentos são construídos explicitamente, apoiando-se sobre signos ou símbolos, eles modificam o funcionamento cognitivo e a potencialidade comunicativa cresce também. Visto desta forma, o processo de exteriorização tem um papel importante na construção de conhecimentos e ficaria ligado à mediação semiótica e à interação social"*. (Parrat-Dayán, 2003, p.40).

Os estudos sobre o fenômeno da interação social aplicados à prática pedagógica, têm defendido a idéia de que o trabalho em sala de aula pode ser organizado em pequenos grupos. Há indicações na literatura, de que as crianças aprendem ativamente com outras crianças, sob a orientação mais aberta de um professor. Assim o trabalho em pequenos grupos surgem como alternativa interessante, especificamente para a sala de aula com muitos alunos (Moro, 1991b).

Pode-se afirmar que grande parte desses estudos foi efetuada a partir da idéia de tratar as influências sócio-histórico-culturais, especificamente às interações e transmissões sociais, como fator ou variável interveniente no processo de desenvolvimento cognitivo individual e de aprendizagem, fora ou dentro da escola (Moro, 1991a).

Desta forma, o trabalho em pequenos grupos na sala de aula favorece a interação dos alunos. Desta interação, surgem necessidades dos alunos discutirem sobre o objeto de estudo, necessitando explicá-lo para os outros colegas. Estas explicações são explícitas e, desta forma, contribuem para um aumento da capacidade comunicativa dos alunos, mas também modificam o funcionamento cognitivo.

Ao se aplicar a psicologia genética à educação *“percebe-se que faltam estudos sobre o sujeito psicológico, que faltam estudos sobre a construção de conhecimentos escolares específicos, já que os conteúdos escolares apresentam um alto grau de especificidade e que a maneira como os alunos constroem progressivamente tais conteúdos nos é quase desconhecida”* (Parrat-Dayan, 2003, p.38). A autora também considera que, estes estudos são importantes, pois sabendo qual o caminho utilizado pelo aluno para a construção dos conhecimentos escolares se poderá adequar os conteúdos escolares aos níveis de construção psicogenética. E que para uma intervenção pedagógica de maneira eficaz na aquisição dos conteúdos escolares é necessário conhecer também os procedimentos pelos quais os alunos se aproximam progressivamente desses conteúdos.

Por mais ampla e profunda que seja a obra piagetiana, são poucos os estudos sobre as questões e fenômenos relacionados à química. Isso talvez, por Piaget considerar a ciência química sendo reduzida à ciência física, visão esta compartilhada por muitos filósofos das ciências. Embora muitos aspectos da química estão muito relacionados à física, outros não o são tão facilmente. Esta discussão filosófica é demasiada complexa e não faz parte dos objetivos deste trabalho. Considerando-a, ou não redutível à física, a

química apresenta peculiaridades próprias na qual a articulação entre a investigação experimental e a criação de modelos explicativos racionais é uma das mais marcantes.

Estes modelos explicativos (átomos, moléculas, íons, elétrons, prótons, entre outros) pertencem a uma realidade cujos objetos não podem ser percebidos pelos sentidos humanos. E são desta forma abstratos e sua compreensão depende muitas vezes da utilização de analogias com objetos que possam ser identificados com os nossos sentidos. Assim os processos envolvidos na formação da maioria dos conceitos químicos possuem características especiais. *“Isso porque se tem a adição de complicações de operações de pensamento em três níveis inter-relacionados do pensamento: o macroscópico e tangível, o submicroscópico (atômico e molecular) e o uso representacional de símbolos e equações matemáticas”* (Eichler, 2004, p.20).

Esses níveis de conhecimento são expressos por Rosa e Schnetzler (1998) onde o nível macroscópico é a área onde se pode interagir com os objetos, visualizá-los, perceber, analisar e descrever suas propriedades, como também suas transformações. O nível representacional é a área onde as substâncias químicas são representadas por fórmulas e suas transformações por equações. E o nível submicroscópico é a área onde se criam e utilizam partículas que permitam um plano mental para racionalizar os outros dois níveis.¹⁷

Como no construtivismo se argumenta que o conhecimento é construído através de processos oriundos da interação do sujeito com o objeto, pode-se pensar que o papel do professor estaria relegado a segundo plano. Mas este pensamento é incorreto, o professor também desempenha um papel importante, é ele que escolhe os conteúdos, organiza e propõe tarefas, intervém nas ações, conduz direcionamentos, propõe idéias, sugere, corrige, explica entre outras atividades (Parrat-Dayan, 2003). Além disso, não existe forma de uma criança/adolescente construir o conhecimento químico próximo ao de referência sem a ajuda de terceiros.

Segundo Astofi e Develay (1990): *“Todo modo de intervenção didática caracteriza-se por um conjunto de procedimentos pedagógicos. Estes correspondem a uma escolha de hipóteses de aprendizagem, de valores e de finalidades no interior das quais se inscreve toda instituição escolar. A natureza dessas escolhas e sua combinatória conduzem à diferenciação de inúmeros modelos pedagógicos”* (p.109).

¹⁷ As autoras utilizam também outros nomes para os níveis macroscópico, representacional e submicroscópico, eles são respectivamente: nível descritivo e funcional, nível simbólico e nível explicativo.

Esta intervenção didática será foco do nosso estudo, onde investigaremos algumas situações do trabalho em sala de aula nas quais, o professor interage com um grupo de quatro estudantes que buscam a construção cooperativa de noções fundamentais ao entendimento da química.

Metodologia

Nesta pesquisa utilizamos um tipo de análise qualitativa, onde procuramos interpretar as falas e ações do professor e dos alunos, ocorridas durante a realização de cinco atividades: Dissolução e diluição do KMnO_4 ; Aquecimento do ar; Evaporação e condensação do éter; Sublimação e resublimação do iodo; Mistura de água e álcool; descritas logo a seguir. Estas atividades são desenvolvidas com os objetivos de permitirem aos alunos através da interpretação desses fenômenos, construir modelos explicativos, utilizando a idéia de que a matéria é composta por pequeníssimas partículas. Propondo possíveis características para essas partículas e suas interações, de modo que possam explicar os fenômenos observados e fazer generalizações para outros semelhantes.

Dissolução e Diluição do KMnO_4 = A primeira parte desta atividade consiste na dissolução de um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água (copo 1), para em seguida fazer duas diluições sucessivas, primeiro adicionando-se 5 mL da solução do copo 1 em um outro copo que continha 45 mL de água (copo 2) e, por segundo adicionando 5 mL da solução do copo 2 em outro copo que também continha 45 mL de água (copo 3). O sistema resultante conterà três soluções com diferentes intensidades de coloração.

As questões subseqüentes buscam relacionar a quantidade de permanganato de potássio às cores das soluções. E através de uma informação sobre a massa inicial de permanganato de potássio são realizados cálculos através de regras de três para determinar a massa do mesmo em cada copo. A partir dos resultados destes cálculos e de questões subseqüentes se conclui que a massa de uma partícula de permanganato de potássio deve ser muito pequena e, por conseguinte as dimensões da partícula também devem ser muito pequenas.

Na segunda parte desta atividade é feita a adição de um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água ficando o sistema em repouso por cinco minutos. Os alunos devem observar o que ocorre com este sistema durante os cinco minutos e anotar suas observações.

Em seguida são feitas questões nas quais os alunos devem explicar o comportamento observado no sistema e como ocorre o fenômeno da dissolução. Seguidas de questões nas quais a idéia de movimento está incluída. Tentando, deste modo, criar uma associação entre movimento das partículas e o fenômeno da dissolução.

Na terceira parte da atividade repetem-se os procedimentos utilizados na parte dois, porém utilizando agora, água quente no copo. Seguem-se perguntas que indagam sobre as diferenças entre as observações da segunda e terceira parte da atividade e visam relacionar o aumento da temperatura à maior rapidez de espalhamento da cor e, por consequência, à velocidade com a qual as partículas se movem. Na questão final da atividade se solicita que os alunos proponham, através de desenhos, representações para as partículas constituintes das substâncias em sólidos, líquidos e soluções.

Aquecimento do ar = Esta atividade consiste em aquecer um frasco de vidro que possui um balão de festa preso ao seu bocal. Com o aquecimento o balão de festa infla.

Antes de iniciar o procedimento os alunos são questionados se existe alguma coisa dentro do frasco, com o objetivo de investigar se os alunos percebem o ar como uma substância. Durante o aquecimento pede-se para os alunos descreverem o que está ocorrendo com o sistema. Em seguida tem-se uma pergunta sobre o isolamento do sistema e segue-se com perguntas sobre o que acontece com o ar dentro do sistema. Após os alunos devem fazer desenhos representando as partículas de ar no sistema antes e depois do aquecimento. Para tal, necessitam utilizar a idéia das substâncias serem formadas por pequenas partículas para explicar por que o balão de festa ficou inflado.

Evaporação e condensação do éter = Nesta atividade dois balões de destilação são conectados por um tubo de vidro formando um sistema fechado. Um balão contém éter (para os alunos é mencionado como líquido incolor). Cada balão deste sistema é mergulhado em um frasco. O balão que contém o éter é mergulhado no frasco que contém água quente e o balão que contém ar é mergulhado no frasco que contém água gelada. Deste modo, o éter evaporava no balão “quente” e condensava no balão “frio”.

Antes da realização do experimento, pede-se que os alunos expliquem o que pode ocorrer com o sistema. Depois, que para eles escrevam as observações durante o processo. E por último solicita-se que eles expliquem utilizando o modelo de partículas constituintes das substâncias o que ocorre no sistema. Esta atividade é feita de forma demonstrativa pelo

professor, que durante a realização da mesma questiona os alunos a respeito do entendimento deles sobre o processo, de modo a auxiliá-los na elaboração da explicação.

Sublimação e resublimação do iodo = Esta atividade consiste no aquecimento de alguns grãos de iodo dentro de um balão de aquecimento com “gargalo longo”. O iodo com o aquecimento sublima formando um gás colorido, que em contato com as paredes frias do balão resublima.

Antes da realização do experimento os alunos devem descrever o aspecto do sólido e dizer o que eles consideram que irá ocorrer quando o sólido for aquecido dando explicações para sua resposta. Este experimento é feito de forma demonstrativa pelo professor que durante o processo chama a atenção para determinados acontecimentos importantes, questiona os alunos sobre suas observações e instiga-os a proporem explicações para o que está ocorrendo.

Em seguida os alunos respondem perguntas referentes ao processo de aquecimento e de resfriamento do sistema, perguntas estas que questionam sobre o processo e as características das substâncias presentes, como também da quantidade de material. Essas perguntas objetivam que o aluno construa uma visão sobre a conservação da matéria.

Por final pede-se que os alunos façam desenhos representacionais dos constituintes dos materiais utilizando a idéia de partícula para explicar os fenômenos ocorridos no sistema.

Mistura de água e álcool = Esta atividade consiste em misturar 50 mL de água com 50 mL de álcool contidos em provetas. A mistura resultante terá um volume menor que a soma dos volumes de seus componentes separadamente. Este é o fato que encadeia as discussões. Há também outras duas provetas contendo as mesmas quantidades de água e álcool, estas não têm seu conteúdo misturados e servem de controle sobre a taxa de evaporação dos líquidos.

Inicialmente pede-se para os alunos fazerem representações de como estariam as partículas na água e no álcool. Pergunta-se o que se espera que ocorra quando os líquidos forem misturados e qual o volume final resultante. Então é realizada a mistura e medido o volume final da mesma. Observam-se em seguida os volumes das provetas controles para perceber que não há variação dos mesmos, significando, desta maneira, que não houve evaporação significativa neste intervalo de tempo.

Pede-se para os alunos proporem explicações para o fato da diminuição do volume na mistura, e fazerem representações das partículas constituintes da matéria na mistura de água e álcool.

Durante a realização destas atividades um grupo prototípico por turma, teve suas ações gravadas em vídeo K7. As filmagens tiveram suas falas transcritas e protocoladas. Estas transcrições, juntamente com os materiais escritos pelos alunos, foram utilizadas para fazer a investigação a respeito das interações professor-aluno ocorridas durante as intervenções do professor no trabalho realizado pelo grupo.

Embora a proposta tenha sido aplicada em quatro turmas, tendo portanto, as filmagens de quatro grupos prototípicos, somente foram transcritas as aulas de um destes grupos, composto por quatro alunas. Dentro do material transcrito foram selecionadas 50 intervenções para análise.

Resultados e discussões

As intervenções estão numeradas conforme a ordem cronológica que elas ocorreram, isso permite situar o momento que elas ocorrem dentro das diferentes aulas que irão ser analisadas. Cada intervenção corresponde a um momento no qual o professor interagiu com o grupo de alunas. Às vezes, estas intervenções ocorrem com um grande espaçamento de tempo entre elas, outras elas ocorrem uma logo em seqüência da outra, como fazendo parte de um mesmo momento maior, porém foram separadas por apresentarem focos de interesses diferenciados.

Essas interações ocorreram de forma diferenciada e, para fins de análise foram agrupadas conforme possuíam características em comum: AD = Andamento do Trabalho; CR = Conferir Respostas; PE = Procedimentos Experimentais; DS = Resolver/Responder Dúvidas Simples; e EI = Elaborar Idéias. A Tabela 1 mostra a distribuição destas ocorrências dentro das atividades desenvolvidas. O limite entre um grupo e outro não é fixo, pois, há uma limitação na definição de cada categoria devido a semelhanças e aproximações das atividades. Isto é decorrente da própria dinâmica das aulas, de realização de experimentos e discussões a respeito dos fenômenos observados, apresentando muitos diálogos, característica que se mantém quando das intervenções do professor. Algumas interações que se iniciam para Conferir Respostas (33, 36, 37 e 41), devido às características destas respostas fornecidas pelas alunas, geram outros tipos de intervenções: Resolver/Responder Dúvidas Simples ou Elaborar Idéias.

Tabela 1: Ocorrência das intervenções do professor conforme as atividades propostas

Atividade	AD	CR	PE	DS	EI
Dissolução e Diluição do KMnO_4	01, 05, 06	-	04	02, 07, 08, 13	03, 09, 10, 11, 12
Aquecimento do ar	15	16	-	17	-
Evaporação e condensação do éter	-	26	19	24, 18	20, 21, 22, 23, 25
Sublimação e resublimação do iodo	-	32, 33, 36, 37, 41	28, 29, 30	27, 36, 39, 41	31, 33, 34, 37, 38, 40
Mistura de água e álcool	-	45, 46	43,	42, 47	45, 49, 50

A seguir, se apresenta as transcrições das intervenções do professor e algumas descrições das mesmas, dispostas conforme o grupo que foram classificadas. Nas transcrições os nomes dos participantes foram substituídos por códigos sendo eles:

P1 = professor titular;

BRU, MAI, ITE e MIL = alunas componentes do grupo investigado;

A* = alunos que não faziam parte do grupo investigado: e

(...) = corresponde às passagens nos diálogos que não tinham relação com a investigação aqui pretendida e, portanto foram suprimidas da transcrição.

Andamento do trabalho

Neste grupo são consideradas as intervenções nas quais o professor verifica quais as ações que as alunas estão realizando. Averiguando se os procedimentos experimentais estão sendo realizados corretamente, se estão respondendo as questões, se a seqüência planejada para o tempo de aula está sendo seguida. É importante mencionar que aqui só estão consideradas as interações que provocaram alguma alteração nas ações das alunas, pois este acompanhamento do grupo pelo professor é realizado durante todo o transcorrer das atividades.

Na intervenção 05, o professor pede para fazerem o experimento enquanto a água estivesse quente, fazendo com que as alunas parassem de responder momentaneamente algumas perguntas, para realizar o procedimento experimental. Essa intervenção foi necessária, pois o experimento deveria ser realizado com água quente, para poder se ter

uma diferenciação observável na velocidade de dissolução do permanganato de potássio com relação ao experimento realizado com temperatura ambiente. De forma a relacionarem a temperatura com a rapidez da dissolução e conseqüentemente com a velocidade de movimentação das partículas.

P1 chega: *“Não deixem esfriara a água”*.

ITE: *“Viu não deixem esfriar”*.

BRU: *“É que a gente ta fazendo as outras”*.

ITE coloca o grão de permanganato na água.

ITE: *“Não deixem esfriar”*.

BRU: *“Bota mais aqui que a gente tem que anotar o que está acontecendo”*.

Conferir respostas

Nestas intervenções o professor é chamado para conferir se as respostas dadas às questões estavam corretas e também, se tabelas contendo dados e/ou observações estavam sendo preenchidas corretamente. Este “chamado” gera ações diferentes por parte do professor que dependem de quanto a resposta se enquadre dentro dos parâmetros estabelecidos como adequados (corretos) para a questão. Assim se a resposta está dentro dos parâmetros o professor dá algum tipo de indicação de positivo e a interação é de curta duração, como pode ser observado nas transcrições a seguir.

Na intervenção 26, a aluna mostra ao professor sua representação dada para explicar o processo de “transferência” do éter de um balão para o outro.

MIL: *“Professor. (MIL mostra o caderno para P1)...É mais ou menos assim?”*.

MIL: *“Aqui estes pontinhos seriam no caso o ar. Aqui elas estão todas agrupadas. Aqui na água quente...dai elas começam a se espalhar...é assim mais ou menos?”*.

P1: *“Pode ser”*.

Na intervenção 16, o professor confere as representações que as alunas tinham feito para o sistema antes e depois do aquecimento, mas para entender melhor estas representações e quais as idéias que levaram as alunas à resposta, o professor fica mais tempo interagindo com as alunas, questionando-as sobre as representações. Em uma destas representações as alunas fizeram diversos tamanhos de partículas, o que poderia passar a impressão que algumas partículas teriam se expandido com o aquecimento. Esta hipótese estaria contrária às idéias de partículas constituintes das substâncias que as alunas estavam criando. Por isso o professor questiona sobre os diferentes tamanhos e uma aluna diz que é para considerar todas do mesmo tamanho. Ou seja, a representação foi mal desenhada,

talvez por pressa das alunas ou pela dificuldade de desenhar bolinhas¹⁸, que fizeram sem querer as partículas de tamanhos diferentes.

P1: *“Aqui e aqui (frasco e balão no sistema aquecido) tem a mesma quantidade de ar, só que restrito a tudo isso aqui”*. (apontando para o frasco mais o balão no sistema aquecido)

MIL: *“Pois é, está certo então?”*.

P1: *“Está”*. (...)

P1: *“Tá, mas por que tem umas bolinhas maiores e umas bolinhas menores?”*.

BRU: *“Ai, porque..”*. (...)

BRU: *“O professor faz de conta que é tudo do mesmo tamanho”*.

P1: *“Então escreve que são do mesmo tamanho”*.

Outras vezes, as respostas das alunas não estão totalmente dentro dos parâmetros pretendidos pelo professor, ele vai interagir com o grupo para que sejam feitos arranjos e/ou complementações nessas respostas. Nesta interação mais longa acabam ocorrendo ações que caracterizam outros tipos de intervenções na classificação adotada. São os casos das intervenções de número 36 e 41 que se enquadram no grupo de resolver/responder dúvidas simples. Em outros casos as respostas das alunas estão fora dos parâmetros esperados e, nestes casos, o professor vai interagir com as alunas, também por períodos mais longos, de modo que elas possam chegar a um pensamento diferente das que elas possuíam, modificando assim suas respostas. São os casos das intervenções números 33 e 37 que foram classificadas também como pertencendo ao grupo de elaborar idéias.

Procedimentos experimentais

Nestas intervenções o professor explica sobre procedimentos experimentais que devem ser realizados pelos alunos salientando o que deve ser feito na atividade e/ou ajudando os alunos nas observações dos fenômenos. Dá explicações sobre os experimentos demonstrativos e chama a atenção dos alunos para observarem acontecimentos importantes, como também, faz questionamentos aos alunos sobre o que está acontecendo nos experimentos.

Na intervenção 04 ao completar uma tabela com as observações feitas nos cinco minutos da dissolução do permanganato de potássio em água em repouso, as alunas supõem que ele deveria estar todo dissolvido ao final dos cinco minutos e escrevem isso na mesma, antes mesmo de transcorrer o tempo determinado. Passado os cinco minutos suas previsões não se confirmam e elas chamam o professor. Ele fala que a previsão delas não aconteceria e que a tabela era para ser completada com as observações feitas no

¹⁸ A aluna que estava fazendo o desenho mencionou durante a atividade da mistura de água e álcool que ela tinha dificuldade de desenhar bolinhas.

experimento. Em seguida o professor ajuda as alunas em suas observações, dando ênfase para o que estava acontecendo com a cor da solução. Estas observações são importantes, pois elas vão servir posteriormente para descrever o fenômeno da dissolução e explicá-lo relacionando ao movimento das partículas nos espaços vazios que existem entre elas.

BRU: *“Assim ó. Depois dos cinco minutos não era para ele ter dissolvido tudo?”.*

P1: *“Não”.*

BRU: *“Não. Está errada a resposta”.* e começa a apagar a folha.

P1: *“É para dizer o que vocês viram”.*

BRU: *“Quase totalmente. Ele se dissolveu quase totalmente, não é?”.*

P1: *“Tá. E onde está a cor”.*

BRU: *“Deixando a água de cor rosada”.*

P1: *“Toda água? Olhem mais em baixo”.*

MAI e ITE: *“Nem toda água”.*

BRU levanta o copo pra observar melhor.

P1: *“Só a parte do fundo”.*

ITE: *“A de cima não”.*

BRU: *“A de cima ficou rosa”.*

ITE: *“No meio, no meio ficou branco e embaixo ficou roxo”.*

BRU: *“Rosa no meio”.*

BRU: *“No início, aconteceu isso. Formou um círculo no fundo do copo com cor roxa, no começo. E aí, depois. Pouco a pouco vai se dissolvendo na água, deixando a água com cor arroxeadada, rosada. E no final, após cinco minutos o sólido se dissolveu, quase totalmente, deixando a parte...(perdeu a palavra) vamos dizer assim”.*

Na intervenção 28 o professor conduz as observações do experimento demonstrativo do aquecimento do iodo, questionando as alunas sobre o que estava ocorrendo no mesmo. O que estava acontecendo com o sólido, quais as características do que tinha se para as alunas perceberem a produção de vapor de iodo (cor rosa).

P1: *“O que está acontecendo aqui?”..*

ITE: *“Ele derreteu”.*

P1: *“Soltou uma cor aqui”.*

P1: *“E essa cor tem aparência do que?”.*

Alguém fala: *“rosa”.*

P1: *“Rosa, tá, e essa cor aqui assim, de onde veio essa cor?”.*

ITE: *“Como assim Professor?”.*

P1 aquece novamente o sistema.

P1: *“A cor está aumentando, o que está acontecendo com o sólido?”.*

BRU: *“Está derretendo”.*

P1: *“Mas esta cor aqui assim é líquida?”.* P1 meche o balão em várias direções colocando-o em diferentes posições, fazendo o gás colorido ir até a haste do balão, para os alunos poderem perceber que a cor dentro do balão tem um aspecto ‘de fluído’ de gás.

P1: *“Tem cara de líquido essa cor?”..*

P1: *“Isso aqui (apontando para o gás) o que é?”..*

MAI para BRU: *“Parece vapor”.*

P1: *“É líquido?”.*

BRU: *“Líquido não é, pois não está escorrendo”.*

P1: *“Tem cara do que então?”.*

MAI para BRU: *“Estado gasoso”.*

A*: *“Pó”.*

P1: *“Essa cor é pó? Pó faz isso?”.* (continuando a mexer o balão).

ITE: *“Não”.*

BRU: *“É vapor eu acho”.*

P1: “É valor ou não é vapor?”.

Vários alunos “É vapor”.

P1: “É um vapor colorido?”.

BRU: “É”.

Na intervenção 44 o professor explica para turma, qual a necessidade das provetas que não teriam seus líquidos misturados.

P1: “Falaram em evaporar, né?”.

BRU comenta: “É, o álcool evapora”.

P1: “Por isso que tem estas duas provetas com água e álcool que nós não vamos mexer para, justamente fazer o teste controle, para ver se evapora ou não neste intervalo. Então estes frascos estão aqui sem se mexer para ver se neste meio tempo que eu fiquei andando para lá e para cá, o álcool e a água evaporam”.

BRU “A água não”.

P1: “Tenho água e álcool aqui”.

BRU: “Mas o álcool evapora com mais facilidade?”.

P1: “Sim. Mas estão aqui os controles para ver se neste meio tempo que a gente está fazendo as coisas evapora uma quantidade suficiente para alterar o volume. De repente eu vejo aqui assim que evaporou 5mL neste meio tempo, então a explicação que eu vou dar em termos da diminuição do volume é que o álcool evaporou ou que a água evaporou. Ou que condensou água tem vapor de água no ambiente, ou tem alguns alunos pingüços e tem vapor de álcool no ar e entrou álcool aqui”.

Resolver/responder dúvidas simples

Nestas intervenções o professor é chamado ao grupo, ou já se encontra junto a ele, para sanar dúvidas sobre os experimentos, questões e outras decorrentes do trabalho. Essas dúvidas são consideradas como simples, pois para respondê-las basta uma curta intervenção do professor. Algumas vezes elas são decorrentes da dificuldade de entender as questões propostas, outras são somente para perguntar qual melhor maneira de fazer algo, pedir permissão para fazer algo, lembrar de algum “termo científico” que tenham esquecido.

Nas intervenções 17 e 24, respectivamente abaixo, o professor esclarece a dúvida se determinada questão era para ser respondida de forma escrita ou através de desenhos.

MIL: “Professor, aqui a gente tem que fazer desenho ou a gente tem que explicar”.

P1: “Falar a respeito”.

MIL: “Viu falar. Ouviu BRU, tem que falar”.

A*: “O professor a três dá para responder com desenhos?”.

P1: “Pode representar com desenhos também. Sempre pensando nas partículas”.

Na intervenção 18, a aluna está preocupada que sua resposta, referente a uma previsão do que poderia acontecer no experimento ser diferente do que aconteceria no mesmo. Então ela pergunta ao professor se deve entregar o material com a resposta mesmo que esta não fosse adequada. O professor explica que o objetivo da questão é verificar quais as explicações que os alunos dão para o fenômeno, independente se estão corretas ou não.

MIL: *“Professor se o resultado do experimento for diferente do que a gente colocou, a gente vai entregar do mesmo jeito”.*

P1: *“Sim, não faz diferença o que vocês colocaram no começo... Vocês estão tentando prever. Vocês não têm o conhecimento químico necessário para acertar 100% das coisas. Então”.*

MIL interrompe: *“Então a gente vai entregar do jeito que a gente está fazendo?”.*

P1: *“Isso”.*

Na intervenção 08, as alunas estão com dificuldades de interpretar uma questão que pede para fazer representações das substâncias utilizando as partículas constituintes das mesmas. É a primeira vez que as alunas são solicitadas a fazerem representações dos sistemas utilizando a idéia de partículas e por isso, elas têm mais dificuldade em entender a solicitação da questão. Como outros grupos também estavam com dúvidas, o professor explica para toda turma diante do quadro negro, onde há um desenho de um “zoom imaginativo” de um copo com água. Estas explicações dadas pelo professor não foram suficientes para as alunas conseguirem resolver a questão e o professor teve que posteriormente sentar junto ao grupo para ajudá-las na elaboração da resposta, o que será descrito em outra intervenção.

BRU para P1: *“O que tem que fazer na última?”.*

P1 desloca-se em direção ao quadro

BRU: *“O que é aquilo no quadro?”.*

ITE: *“Um desenho”.*

P1: *“Vocês estão fazendo a 18”.*

Alunas: *“Sim”.*

P1: *“Vocês tem que representar as partículas por bolinhas. Imaginem se pudessem pegar um microscópico super-potente”*

P1: *“E fazer um zoom. Então vai imaginar então, que está cheio de bolinhas. Vocês vão fazer representações como é que estariam estas bolinhas”.*

BRU mostrando a folha: *“Assim ó”.*

MIL: *“Não é assim, tá vendo”.*

P1: *“Então como estariam as partículas no estado sólido, líquido... Então como ficam as bolinhas? Vocês já sabem alguma coisa sobre as propriedades das substâncias, tente usar isso para desenhar as bolinhas, bolinhas, bolinhas”.*

BRU: *“Juntas? Ou separadas?”.*

P1: *“É isso que eu quero saber. Como elas vão estar?”.*

Elaborar idéias

Nestas intervenções o professor faz explicações e/ou dialoga com os alunos para que eles percebam características, proponham relações, verifiquem determinados acontecimentos que vão ser úteis para uma melhor compreensão dos fenômenos em estudo, para facilitar a criação de modelos representacionais e ajudar nas elaborações conceituais. Geralmente estas interações são longas e muitas abordam idéias que são importantes para o desenvolvimento de noções fundamentais ao entendimento da química. Em alguns casos não poderiam ser construídos pelos alunos sem estas intervenções do professor. Por isso, apresentamos neste grupo um número maior de momentos de interação alunos – professor.

Na intervenção 03, o professor ajuda a interpretar a questão na qual se solicita para as alunas proporem um número de partículas de permanganato de potássio que existem em 1 mL da solução do copo 3. As alunas estavam tentando achar um número exato e com isso tentavam utilizar a massa desta quantidade de permanganato para chegar a uma resposta numérica exata. O professor associa a cor da solução às partículas permanganato de potássio e propõem divisões sucessivas do 1 mL de solução para as alunas perceberem que existem várias partículas neste 1 mL. Depois a massa da quantidade de permanganato contido em 1 mL do copo 3 é relacionada à uma ou mais partículas para destacar que a massa das partículas são muito pequenas e portanto, que as partículas são muito pequenas. O professor termina a intervenção explicando que a questão se refere somente ao número de partículas e que as alunas devem inventar “chutar” este número.

P1: *“Aquele 1 mL tem várias partículas de permanganato, pois esse 1 mL também é colorido. Tem várias gotas todas elas coloridas. Se a gente começar a dividir as gotas em pedacinhos, meia gota também é colorida. Sim?”.*

BRU: *“Sempre vai ser colorido”.*

P1 continuando: *“Então também vai ter partículas ali. Então digamos que 1 mL tem vinte gotas, vai ter vinte partículas. Se a gente consegue dividir a gota no meio vai ter 40 partículas. Então vai ter várias partículas”.*

P1: *“Então se tivesse uma partícula só Essa massa aqui assim (aponta para a folha = 0,000001g) seria de uma partícula”.*

P1: *“De uma só. Mas essa seria uma massa bem pequena. Se tem várias, o que acontece? A massa de uma partícula sozinha é menor ainda”.*

BRU: *“Muito pequena”.*

P1: *“É muito pequena, então essas partículas das substâncias tem massa muito pequena, ou seja, elas são muito pequenas”.* (...)

P1: *“A pergunta pede só quantas são. Você pode botar que tem duas, duas não, tu sabe que tem mais que duas”.*

BRU: *“Tem 100 partículas”.*

P1: *“Tem 100, tem 1000, 1000000, você pode chutar este número. Não tem como saber”.*

BRU: *“Ninguém sabe isso?”.*

P1: *“Agora tu não sabes”.*

Na intervenção 09 o professor está junto do grupo para auxiliar na questão 18 (fazer representações utilizando as partículas). Então ele começa a fazer indagações a respeito das observações dos experimentos e das questões anteriores. Com isso ele pergunta como elas tinham explicado o fenômeno da dissolução (questão 11). As alunas dizem que esta foi a questão que elas não tinham conseguido resolver. Assim, o professor ajuda as alunas a resolver a questão, fazendo uma série de questionamentos a respeito das observações da dissolução do grão de permanganato de potássio na água em repouso, principalmente sobre o espalhamento da cor. Para fazer a tarefa, as alunas associam a cor se espalhando às partículas do permanganato de potássio se espalhando entre as partículas de água, e criam

uma explicação para dissolução baseada neste espalhamento das partículas do permanganato de potássio.

P1: *“O que vocês viram no experimento. Como vocês disseram assim, que acontecia, como vocês explicaram a dissolução?”..*

BRU: *“Como a gente explicou, não, a gente não explicou. Foi a única que a gente não fez”.*

BRU para MIL: *“É a II sabe aquela?”..*

BRU: *“Como você explica a ocorrência do fenômeno da dissolução?”..* (...)

P1: *“O que aconteceu com o permanganato?”..*

MIL: *“Eu falei assim, mas ela (BRU) disse que não. Eu falei que com a dissolução o permanganato foi dissolvido na água”.*

BRU: *“Mas isso é lógico”.*

MIL continua: *“...Junto com a temperatura, mas daí é lógico”.*

P1: *“Então é assim. A gente sabe que aumenta a dissolução com a temperatura, pois a gente já tinha visto antes, tá. Mas o que é o fenômeno da dissolução a final de contas?”..* (...)

P1 : *“O fenômeno em si, ele assim, se agente botava permanganato, o que acontecia com ele na água?”..*

BRU: *“Se dissolvia”.*

P1: *“Se dissolvia, tá. E o que tu conseguia ver? O que vocês viam?”.*

MIL: *“A cor se espalhando”.*

P1: *“A cor se espalhando, então, a cor se espalhando significa que o permanganato está?”..*

BRU, MIL e ITE: *“Se dissolvendo”.*

P1: *“Se dissolvendo”.*

P1: *“Então o que está acontecendo? Quem é responsável pela cor segundo a resposta que vocês colocaram aí?”..*

MIL e BRU: *“O permanganato”.*

P1: *“É o permanganato, não é a água, né? É o permanganato. (BRU e MIL concordam) Se a cor está se espalhando, quem está se espalhando?”..*

MIL e BRU: *“O permanganato”.*

P1: *“Vocês estavam mexendo o copo, ou não?”..*

BRU e MIL: *“Não”.*

P1: *“Então o permanganato estava se mexendo, (se corrige) se espalhando sozinho”.*

BRU: *“Aha (sim) MIL: “É”.*

P1: *“Isso não é a dissolução dele?”..*

MIL: *“Sim”.*

BRU: *“É as partículas de permanganato, ahh, ahh, qual a pergunta?”..*

P1: *“As partículas de permanganato fazendo o que?”..*

BRU: *“Se espalhando na água”.*

P1: *“No líquido. Isso é o fenômeno da dissolução”.*

BRU: *“Tá, mas daí pergunta, espera aí, (lê a folha) Como se explica a ocorrência do fenômeno da dissolução? (e complementa) No geral, a gente vai dizer que o sólido se espalha no líquido”.*

BRU: *“As partículas do sólido se dissolvem, se espalham pelo líquido”.*

Na intervenção 10, o Professor continua com seus questionamentos para que os alunos consigam resolver a questão 18 e para corrigir a interpretação das alunas à questão 12 que visava sobre a movimentação das partículas de água. O professor faz perguntas sobre a movimentação da cor para associá-la a movimentação das partículas. Durante este diálogo é feita uma colocação importante, para haver movimento deve existir espaços vazios. Nesta intervenção o professor utiliza uma analogia de um ônibus cheio de passageiros como recurso para explicar o movimento das partículas. No final da intervenção, o professor com o intuito de destacar o efeito da temperatura sobre a

velocidade com que as partículas se movimentam, faz questionamentos a respeito do espalhamento da cor do permanganato de potássio na água nas diferentes temperaturas.

BRU: *“A próxima perguntava. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem? Sim. Pois mesmo sem mexer o líquido as partículas”*.

P1: *“Tá. Assim. Mas tu estás dizendo, sem mexer o líquido. Estou perguntando agora, se as partículas do líquido não se mexessem, será que as de permanganato poderiam se mexer dentro do líquido? Essa é a pergunta”*.

BRU: *“Sim, eu acho”*.

MIL: *“Se não, não teriam se espalhado. Não. Espera aí”*.

P1: *“Não, se espalham...”*.

P1: *“Se elas se espalharam é porque tem movimento”*.

BRU: *“Aha”(sim)*.

P1: *“Se você larga um grãozinho de permanganato a cor se espalha em cima da mesa?”*.

MIL: *“Não”*.

P1: *“Não. Se largou na água ele se espalhou”*.

P1: *“Onde estava se movendo?”*..

BRU: *“Assim ó professor. Se as partículas do líquido não se movessem não teria como se dissolver. É isso?”*.

P1: *“Eu estou perguntando, é essa a pergunta”*.

BRU: *“E eu estou respondendo, não teria como”*.

P1: *“Então, assim, pensem, para poder se movimentar. Pensem em um ônibus cheio, cheio, cheio”*.

P1: *“Tu está lá na frente, e quer ir lá para o fundo. Se as pessoas não derem lugar para ti, tem como se mexer? Dentro do ônibus?”*.

MIL: *“Não”*.

P1: *“Não. Na medida que o pessoal do fundo vai descendo tu consegue ir descendo junto, pois os outros se mexem. Então, só pode se mexer porque tem que ter espaço para se mexer. Então assim, quem estava se mexendo ali assim, eram as partículas de água, não eram?”*.

BRU: *“Sim”*.

P1: *“Só que a gente não está vendo”*.

MIL: *“Ahh (sim), então”*.

P1 continua falando: *“Como a gente consegue ver isso? Pela própria dissolução do permanganato, que ali tem cor”*.

MIL: *“Então a resposta é não ele não conseguiria se, (pausa) se dissolver”*.

BRU: *“Não, pois para o permanganato se dissolver”*.

MIL: complementa: *“O líquido deveria estar se movendo”*.

P1: *“E que acontece com a temperatura então? A dissolução foi mais rápida ou não?”*.

P1: *“Quando tu colocou água quente, a cor se espalhou mais fácil ou mais difícil?”*.

BRU: *“Mais fácil”*.

P1: *“Então o que acontece com a velocidade com que as partículas estão se movendo?”*.

MIL e BRU: *“Aumentam”*.

Na intervenção 11, o professor depois de fazer vários diálogos sobre as observações dos experimentos e sobre as respostas as questões anteriores, ajuda as alunas a resolver a questão 18 (para fazer representações das substâncias utilizando as partículas constituintes das mesmas). O professor questiona sobre as características dos estados físicos e pergunta como deveriam estar arranjadas as partículas constituintes das substâncias para poder explicar estas características.

BRU: *“Agora pergunta aqui, Representando as partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas a seguir indicados. A) o sólido permanganato de potássio”*.

P1: *“Quais as características do sólido? Vamos pensar o estado sólido, então”*.

BRU: *“É sólido, (risos) como eu vou explicar o sólido”*.

P1: *“Vamos pegar um sólido, por exemplo, vamos pegar este palito. Qual a forma dele? (P1 arranca a cabeça do palito para ficar somente com a parte de madeira) Madeira, certo?”*.
 BRU: *“Certo”*.
 P1: *“Sólido. Se eu fizer assim vai mudar a forma dele?”*. P1 inclina a mão que segura o palito para que ele mude de uma posição vertical para uma posição horizontal.
 BRU: *“Não, a forma é constante e o volume também”*.
 P1: *“Isso tá. E o que acontece? Por que isso será? Como estão as partículas ali assim?”*.
 BRU interrompe: *“Agrupadas (faz gesto unindo as mãos), vamos dizer assim”*.
 P1: *“Elas estão se movendo aqui no sólido?”*.
 BRU: *“Não”*.
 P1: *“Não, então por alguma coisa, elas não podem se mover. P1 pega uma garrafa com água. E no líquido elas se movem?”*.
 BRU: *“É lógico”*.
 P1 fica mexendo a garrafa.
 P1: *“Tem que se mover, se não, não ficariam nesta forma, se bota assim (mexendo a garrafa) fica nesta forma. Se eu abrir aqui assim vai molhar toda classe. Então tem alguma coisa diferente nas partículas do líquido e nas partículas do sólido. Então tentem representar isso”*.
 BRU: *“Tá, mas então, o sólido permanganato de potássio”*.
 P1: *“Como será que estão as bolinhas no sólido?”*..
 MIL: *“Então no sólido eu vou colocar uma bola”*.
 P1: *“Não, é uma bola só?”*..
 MIL: *“Sim, só ele. *Não, tá, ah não”*.
 MIL: *“Elas estão agrupadas”*.
 P1: *“Seria um monte de bolinhas”*.
 MIL: *“Um monte de bolinhas agrupadas”*.
 P1: *“Pode ser”*.
 P1: *“Como estão as bolinhas agora da água?”*..
 MIL *“Estão dispersas”*.
 P1: *“Pode ser uma representação, elas podem estar mais separadas. Lembrem-se que vocês estão fazendo as primeiras idéias sobre a constituição das partículas”*.
 BRU: *“Tá, e a solução do copo 1. Que copo 1 é esse?”*..
 P1: *“É aquele primeiro copo, mais escuro. Vai ter água e permanganato agora, vai ter que ter bolinha de água e bolinha de permanganato”*.
 BRU: *“Mas mesmo assim elas estão separadas”*.

Na intervenção 23 são feitas considerações sobre a conservação das partículas durante os processos de mudança de estado físico – estas partículas não se modificam, o que modifica é a interação entre elas. O professor também faz uma relação entre a densidade e a distância entre as partículas no estado gasoso, no qual o número de partículas, comparado aos demais estados físicos, não muda, mas muda o volume ocupado por elas, portanto a densidade é menor.

P1: *“Vamos pensar assim agora em termos de densidade. Nós estamos falando a idéia de partículas. O que está acontecendo com a partícula do líquido que está aqui? (balão quente) Que aqui é líquida. Pega e o que acontece com a partícula?”*.
 ITE: *“Vai evaporar”*.
 P1: *“Vai evaporar, ela se destrói ou não?”*.
 ITE: *“Não”*.
 P1: *“Não. O líquido que eu tenho aqui (balão quente) é o mesmo que eu tenho aqui, (balão frio) não é?”*.
 ITE: *“Sim”*.
 P1: *“Então devem ser as mesmas partículas. (pausa) Elas só se transformam em vapor”*. (...)
 P1: *“Vamos agora a idéia de partícula. Se eu tenho uma partícula aqui, ela está saindo do líquido e indo para o vapor. A substância, ah, a partícula está se modificando?”*.
 ITE: *“Não”*.

P1: “Não. A partícula não se modifica, né? Tanto que quando ela volta aqui para o lado de cá (balão frio) ela é a mesma substância”.

BRU: “É que aqui ela está mais agrupada né?”. (...)

P1: “Ahh! Aqui (balão quente) elas estão mais agrupadas. Quando passa para o vapor o que acontece com o agrupamento delas?”.

BRU e ITE: “Elas se, se dispersam”.

P1: “Se espalham, certo”.

P1: “Elas se espalham, estão se espalhando. Como a gente pode perceber bem isso? Pela própria densidade dos líquidos e dos gases, né? Os gases não são muito menos densos que os líquidos e os sólidos?”.

BRU: “São”.

P1: “São menos densos. São né, menos densos?”.

ITE balança a cabeça positivamente.

P1: “Ou eles tem mais massa ou menos volume”.

P1: “O que acontece ali assim? A partícula muda?”.

ITE: “Não”.

P1: “Se a partícula não muda, a massa dela muda?”.

ITE: “Não”.

P1: “Não, basicamente o que vocês disseram que mudou. A distância entre elas, não é?”.

Alunos confirmam.

P1: “A distância então está relacionada, então se vocês pegarem três dimensões, vai dar o que?”.

ITE: “O que?”.

P1: “Se eu pegar distância em três dimensões (faz gestos em três direções) vai representar o que? Não vai se representar o volume?”.

ITE: “Vai”.

P1: “Então em três dimensões vai ser o volume. Então se está aumentando a distância entre elas, está aumentando o volume entre elas. Né? Então se a massa é a mesma e o volume é maior, o que acontece com a densidade?”.

ITE: “Aumenta. Não?”.

P1: “Densidade é a massa dividida por volume. Se eu divido por um negócio maior, ela diminui né? Por isso a densidade do gás é menor, tem mais espaço entre as partículas, por isso o volume vai ser maior também. Por isso a densidade do gás é menor. Se a densidade do gás é menor, tem mais espaço para as partículas se moverem entre elas”.

Na intervenção 37, as alunas pedem para o professor conferir a resposta a uma questão, pois tinham em dúvidas sobre a mesma. O professor destaca que para comparar e/ou identificar as substâncias deve-se verificar as suas propriedades. E questiona as alunas sobre as características do sólido inicial e dos pontos brilhantes para que as alunas percebam que ambos possuem as mesmas características e por isso devem ser o mesmo material.

BRU: “Professor a resposta da 13 não ficou clara. O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que? Olha a minha resposta. É, pois devido ao aquecimento o sólido transformou-se em vapor. Quando houve o resfriamento ele foi se depositando neste sólido finamente dividido”.

P1: “Calma um pouquinho. Como você tem certeza que era o mesmo material?”.

BRU: “Não tinha outro material ali”.

P1: “Tá, mas poderia se pensar que havia se transformado em outro material. Então tem que ver as características do material. Por isso que a gente trabalha com características e/ou propriedades. Quais as características do sólido antes? As características que o sólido tinha antes era um sólido cinza brilhante. Quais as características que tu tem no sólido depois? Também meio acinzentado e brilhante. São parecidos. A cor cinza agente quase não pode perceber por ele estar bem finamente dividido. Mas qual outra característica mais importante

que a gente fez no experimento? Quando a gente aqueceu o sólido inicial o que acontecia com ele?”.

BRU: “Virava vapor”.

P1: “Virava um vapor colorido. Quando a gente aqueceu a purpurina o que aconteceu com ela?”.

MIL: “Virou um gás colorido. Então eles (referindo-se ao sólido inicial e final) eram, pois tinham as mesmas características”.

P1: “Isso. Ambos quando são aquecidos viram um gás colorido”.

BRU: “Ambos o que? É porque têm as mesmas características não é isso?”.

P1: “Quando aqueceu o sólido não virou um gás colorido?”.

BRU: “haha” (sim).

P1: “Quando foi aquecida a purpurina também não virou um sólido colorido?”.

BRU: “haha” (sim).

Na intervenção 38, o professor questiona sobre as representações de uma aluna, ela pensou que: como o sólido final estava finamente dividido as partículas também deveriam estar um pouco separadas. O professor salienta que as representações dos materiais que estão sendo feitas são “microscópicas”. Com isso a aluna percebe que seria a mesma representação que a do sólido inicial.

P1 referindo-se para círculo representando o sólido inicial: “Aqui, qual é o estado físico?”.

MIL: “Sólido, elas estão todas bem juntinhas”.

P1 referindo-se para o círculo representando o sólido final: “E aqui em cima?”.

MIL: “Estão mais dispersas, pois o sólido foi (fazendo gestos com as mãos indicando que o sólido está espalhado) dividido. Então as partículas estão mais espalhadas”.

P1: “Estamos fazendo uma representação microscópica, estamos pegando um pedaço daquele sólido”.

P1: “Não é o mesmo sólido?”.

MIL: “É”.

P1: “Então por que estariam diferentes?”.

MIL referindo-se para o círculo representando o vapor: “Ahhh! Então é aqui que elas têm que estar diferentes?”..

P1: “Ai é o gás. Em cima é o sólido”.

MIL referindo-se para o círculo representando o vapor: “Então aqui está certo?”.

P1: “Pode ser”.

Na intervenção 40, o professor após tirar uma dúvida a respeito do momento que deveria ser considerado para comparar a quantidade de material, dialoga com as alunas sobre a possibilidade de a quantidade ser diferente.

P1: “Por que diminuiria a quantidade?”.

BRU: “Eu não sei. Eu acho que não diminuiu a quantidade”.

P1: “E por que tu acha”. é interrompido.

MIL: “Só se saiu”. faz um gesto com as mãos.

P1 e BRU falam ao mesmo tempo: “Se saísse do frasco”. P1 para e BRU continua: “na forma de vapor”.

P1: “Se não saiu, o que aconteceu com o vapor? Se tornou sólido novamente”.

MIL: “Então o sólido é o mesmo”.

BRU: “A quantidade é a mesma”.

P1: “Se não saísse nada do frasco”.

BRU: “Dai vai perguntar o porquê disso?”..

MIL: “Por que o sólido não saiu do frasco. Não é por isso?”. perguntando a P1.

P1: “Por isso e por que mais também. Não é o mesmo sólido?”.

MIL: “Então eu poderia dizer”.

BRU interrompe: *“Que é o mesmo sólido”*.

MIL complementa: *“E que o mesmo não saiu do frasco”*.

Na intervenção 45, o professor fala para toda turma e faz considerações a respeito das partículas constituintes das substâncias e destaca que as partículas das substâncias só mudam se muda a substância. E em seguida questiona sobre o que vai acontecer com as partículas do álcool e da água quando os líquidos das provetas forem misturados.

P1: *“Então voltando à dissolução. O que acontece com as partículas? Elas desaparecem?... A idéia de partícula é assim: As substâncias são representadas por partículas, a água é feita por partículas, o álcool é feito por partículas. Se a partícula mudar o que estaria acontecendo com a substância? Mudaria também. Então a partícula não pode mudar. Vocês têm que se darem conta que para mudar a partícula, muda a substância. Cada substância tem a sua partícula. Geralmente o que muda de um estado físico para outro é o tipo de interação que vocês têm entre as partículas. O tipo mais comum de desenhos que vocês fazem é o sólido as partículas estão bem juntinhas, no líquido estão separadas e no gás bem separadas. Vocês desenharam a mesma partícula, pode ser bolinha, só aumenta a distância entre elas, conforme o estado físico que aparece”*.

P1: *“Agora no caso na mistura um líquido no outro. As partículas de água vão desaparecer? As partículas de álcool vão desaparecer?”*.

BRU: *“Não. Vão se misturar”*.

P1: *“Então está. Vão formar uma nova substância? Que substância é formada?”*.

P1: *“Mas o álcool desaparece daqui?”*.

A*: *“Não”*.

P1: *“A água desaparece daqui?”*.

A*: *“Não”*.

P1: *“Não estão só misturados a água e o álcool?”*.

P1: *“Ainda existe água e ainda existe o álcool, mas estão misturados?”*.

A*: *“Sim”*.

Na intervenção 49, primeiramente o professor tira dúvidas a respeito das evaporações dos líquidos para em seguida explicar que se não houve evaporação significativa das provetas controles a explicação para a redução de volume não poderia ser feita em função da evaporação dos líquidos. Depois, o professor ajuda as alunas a criar uma explicação, utilizando a idéia de partículas constituintes das substâncias e do vazio entre elas, para a redução de volume da mistura.

BRU: *“Professor (P1), por que não evaporou? Eu não entendi”*.

BRU: *“Como dá 98 nos outros? Nos outros também teria que dar 49 e 49”*.

P1: *“Tinha 50 mais 50 e deu 98”*.

BRU: *“Não. Não, não, não, espera aí”*.

ITE: *“Eles evaporaram?”*.

P1: *“Não”*.

BRU: *“Eu entendi que eles não evaporaram”*.

P1: *“Isso mesmo eles não evaporaram. Aqueles frascos, aqueles testes controles”*.

BRU interrompe: *“Eles não evaporaram porque não mexeram neles”*.

P1: *“Não”*.

BRU: *“Ai meu deus”*.

P1: *“Se aqueles frascos controles evaporassem..”*. BRU confirma com um ‘aha’ *“...eu poderia dizer que o volume diminuiu por causa que evaporou algum material”*.

BRU: *“Tá”*.

P1: *“Como eu tenho aquele controle e, eles não evaporaram, não diminuíram de volume. Neste intervalo de tempo não evaporou o suficiente para dizer que evapora”*.

BRU: “Aha”.

P1: “Então tu não pode dizer que o volume diminuiu porque evaporou. Tem que criar outra explicação para o volume diminuir”. (...)

BRU: “Ai professor como eu vou explicar isso?”.

P1: “Pelo modelo de constituição da matéria que a gente têm”.

P1: “Pelos modelos que a gente está criando aqui assim”. (P1 aponta para a folha de BRU na qual estavam as representações da água e do álcool). “Tem só partículas aqui?”.

ITE: “Sim”.

BRU: “Como assim?”.

P1: “Tá. Tem partícula aqui, tem partícula aqui”. apontando para as partículas desenhadas na representação do álcool e da água. “Me vê uma caneta um lápis, tanto faz”.

Com o auxílio da lapiseira P1 indica na representação um local onde está desenhada uma partícula e comenta: “Tem uma partícula aqui, certo?”.

BRU e ITE: “Certo”.

Agora apontando para outra partícula desenhada P1 comenta: “O que tem aqui? Partícula não é?”.

BRU e ITE: “Sim”.

P1: “O que tem aqui?”. *Apontando para uma região “em branco na representação”.

P1: “Você desenhou partículas aqui?”.

BRU: “Não, mas deve ter”.

P1: “Tá, mas tu não desenhou. O que é para ser aqui? O que para ter aqui onde tu não desenhou nada?”.

BRU: “Ai professor. O que é para ter ali?”. pergunta para ITE

ITE: “Nada”.

P1 confirma: “Nada! Não é?”.

BRU: “Ai que lógica esta resposta”.

P1: “Se tu não desenhou nada ali é porque não deve ter nada ali”.

ITE: “Nada”.

P1: “Ou a gente pode dizer que está um espaço vazio, se não tem nada ali, não é?”.

BRU: “Aha, tá”

P1: “Quando tu mistura este com este”apontando para os desenhos do álcool e da água. “Será que este espaço vazio não pode diminuir?”.

ITE: “Juntou?”.

P1: “Tu não misturou tudo? Não vão estar misturadas estas partículas com estas partículas?”. apontando para as partículas de água e álcool das representações da folha. “Elas podem se juntar e diminuir o espaço vazio que tem entre elas. É uma próxima interação que tem aí”.

(...)

BRU “Então, como você explica o fato? Porque no juntar-se as partículas, quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas. Então quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas, é isso?”.

P1: “Pode”.

Conclusões

As ações do professor começam antes mesmo do seu contato com os alunos, quando planeja, estrutura as atividades, bem como suas seqüências. Por exemplo, a escolha do estudo da constituição das substâncias investigando os fenômenos da dissolução e da diluição ocorreu em função de algumas características que esta atividade possui que contribuiriam para a construção das idéias referentes à constituição das substâncias: 1) A idéia de partículas é inserida no contexto como sendo pequenas partes do grão de permanganato de potássio. 2) O tamanho pequeno é inferido através de cálculos sobre a massa relativa associada às partículas responsáveis pela cor das soluções. 3) A idéia de

movimento das partículas surge para explicar o espalhamento da cor em um copo em repouso. 4) O movimento das partículas é favorecido pelo aumento da temperatura. 5) Ao propor explicações utilizando o movimento das partículas a idéia de vazio surge naturalmente, pois para haver movimento é necessário a existências de espaços vazios.

Esta última característica nos parece muito importante, pois ajuda a minimizar o “*horror ao vazio*” que os alunos geralmente possuem, assunto este, comentado em vários trabalhos, como os de Mortimer (2001). Uma vez, que o aluno cria a necessidade da existência do vazio, no caso aqui para explicar o movimento das partículas, mesmo sendo auxiliado pelo professor, ele começa a tomar consciência, incorporando esta idéia aos seus esquemas anteriores, como também modifica estes esquemas. Obviamente este processo não é tão simples, não basta uma única ação para promover uma mudança significativa nas estruturas lógico-matemáticas do indivíduo, este é um processo lento e trabalhoso.

As transcrições aqui expostas mostram apenas uma parte das ações e interações que auxiliaram os alunos a realizar esse processo. Por exemplo, na intervenção 09 o professor com perguntas diretivas conduz as alunas a associarem o espalhamento da cor ao espalhamento das partículas do sólido no líquido, nesta ocasião não é mencionado nada a respeito de espaços vazios somente sobre movimento de partículas. Na intervenção 10 para salientar que eram as partículas do líquido (água) que se moviam o professor utiliza uma analogia da aluna dentro de um ônibus lotado, onde a mesma só poderia se deslocar dentro do mesmo, na medida que, as outras pessoas se movessem, e menciona o espaço na sua fala “*só pode se mexer porque tem que ter espaço para se mexer*”.

Durante intervenção 11 o professor continua falando em movimento das partículas sem falar sobre espaços vazios, e as alunas propõem modelos nos quais as partículas estariam agrupadas no sólido e dispersas no líquido, tanto para água quanto para solução de permanganato de potássio em água. Então, somente após as alunas proporem o modelo onde as partículas do líquido estariam dispersas, é que o professor vai mencionar que as partículas podem estar separadas salientando logo em seguida que estes eram os primeiros modelos que elas estavam criando: “*Pode ser uma representação, elas podem estar mais separadas. Lembrem-se que vocês estão fazendo as primeiras idéias sobre a constituição das partículas*”. Na intervenção 12, que ocorre após as alunas terem feito os desenhos representativos das partículas constituintes do permanganato de potássio, da água e de soluções resultantes da dissolução do permanganato de potássio na água, o professor vai

questionar as alunas sobre o espaço entre as partículas. As alunas deixam explícito a relação entre os espaços vazios e o movimento das partículas: (P1): *“Tá, mas por que no líquido tem espaço?”*. (BRU): *“Porque as partículas se movem”*. E o professor reforça a idéia dos espaços vazios repetindo a resposta das alunas. *“Tá, então assim, a idéia de vocês colocarem este espaço é que as partículas se movem, né?”*..

Embora as alunas utilizassem a idéia de espaços vazios entre as partículas para explicar outros fenômenos trabalhados posteriormente, algumas vezes tinham dificuldades de trabalhar com a idéia de vazio. É o que ocorre na intervenção 22 onde as alunas consideram que é necessária a existência de ar para haver a movimentação das partículas do vapor do éter.

Nesta intervenção o professor utiliza uma analogia da movimentação da aluna dentro da sala de aula e dentro de um ônibus, para relacionar com o movimento das partículas. Mesmo as alunas aceitando a idéia que para haver movimento tem que existir espaços vazios e conseqüentemente os espaços vazios não atrapalham o movimento, a aluna BRU considera que o ar ajudaria no movimento das partículas do éter. Talvez pensando que as partículas de ar “pudessem empurrar” as partículas de éter para o outro balão.

A utilização da idéia de partículas pelas alunas vai aumentando também com o transcorrer das atividades. Começando com a dificuldade de entender a tarefa de representar as substâncias por partículas – intervenção 08. E durante as intervenções 09 e 10 as alunas começam a se acostumar com a utilização da idéia de partículas para explicar os fenômenos. Na intervenção 11, isso já pode ser percebido, pois quando o professor para de falar sobre as características do estado sólido e começa a perguntar como estariam as partículas no estado sólido, a aluna BRU não deixa o professor terminar o questionamento e sugere que as partículas estariam agrupadas: (P1): *“...Como estão as partículas ali assim para”*. (BRU): *Agrupadas, vamos dizer assim*”. As alunas ao longo do desenvolvimento das atividades propostas vão apropriando-se, aos poucos, de uma “linguagem química”.

Foram relatadas aqui algumas interações professor–aluno onde o papel do professor nestas atividades é o de intermediário entre os objetos de estudos e a atividade construtiva que os alunos utilizam para assimilá-los. É ele que determina suas ações, e desta maneira, pode orientá-la em diferentes sentidos. São esses sentidos que determinam se a atividade do aluno será mais ou menos construtiva (Coll, 1996). Assim o professor tem a difícil

tarefa de produzir um ambiente escolar que seja rico em situações que favoreçam a construção cooperativa entre os estudantes.

Importante não esquecermos que as respostas que as alunas dão às questões estão inseridas dentro do contexto da sala de aula. Desta forma visam tanto “trazer satisfação” intelectual e pessoal por ter conseguido criar explicações para os fenômenos, como também a aprovação do professor para a mesma (Astofi e Develay, 1990). Este último interesse é reflexo de uma cultura escolar de reprodução de conceitos, de existir somente uma resposta certa (a que o professor quer e transmite para os alunos decorarem). Pode-se constatar essa necessidade de “dar uma resposta correta” pelo número de intervenções que as alunas chamam o professor para conferir suas respostas. Como também pela insatisfação gerada quando o professor responde “pode ser” ao conferir se a resposta estava correta. Na intervenção 18 pode se verificar a preocupação de uma aluna em entregar uma possível resposta incorreta: *“Professor se o resultado do experimento for diferente do que a gente colocou, a gente vai entregar do mesmo jeito?”*..

Esta investigação vem contribuir para ampliar os resultados de outros estudos sobre o fenômeno da interação social aplicados à prática pedagógica. (Moro, 1991a e 1991b). Estes defendem a idéia de que o trabalho em sala de aula pode ser organizado em pequenos grupos. Há indicações na literatura, de que as crianças aprendem ativamente com outras crianças, sob a orientação mais aberta de um professor. Os pequenos grupos surgem como alternativa interessante, especificamente para a sala de aula com muitos alunos.

As explicações e natureza fenomenológica, que corresponderiam aqui às aquisições dos conhecimentos escolares, vão além da simples observação dos fenômenos pelos alunos. Ela só é possível quando estes conseguem ir além dos dados empíricos, quando se questiona a causa deste fenômeno e se busca então uma produção intelectual para elaborar explicações. Dificilmente os alunos conseguiriam realizar estes processos sozinhos. Em função disto se considera de grande importância a função dos colegas, do professor e da escola, em auxiliar nesta construção.

Estas interações devem respeitar as exigências temporais da escola (períodos de aula, cronograma), mas principalmente do aluno, para que ele consiga fazer suas elaborações conceituais. Como vimos nas seqüências transcritas, é um processo lento e gradual do qual o professor participa ativamente como mediador da construção destes conhecimentos.

Referências bibliográficas

- Astofi, J. P.; Develay. M. *A Didática das Ciências*; Campinas: Papirus, 1990.
- Coll, C; Solé, I. A Interação Professor/Aluno no Processo de Ensino e Aprendizagem. In: Coll. C.; Palacios J.; Marchesi A.. *Desenvolvimento Psicológico e Educação: psicologia da educação*. Porto alegre: Artes Médicas, 1996.
- Eichler, M. L. *Um estudo sobre a Microgênese da exolicação de uma problema ambiental*. Dissertação de mestrado, Curso de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento e da Personalidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- Inhelder, B. Epistemología genética y psicología da causalidad física. Em Piaget, J.; Apostel, L. *Construcción y validacion de las teorías científicas: contribución de la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós, 1986.
- Moro, M. L. F. Crianças Com Crianças, Aprendendo: Interação Social e Construção Cognitiva. *Caderno Pesquisa*, 79, 31-43, 1991b.
- Moro, M. L. F. Interações Sociais e Construção do Conhecimento. Reflexões Para Uma Discussão Sempre Atual, *Psicologia: teoria e Pesquisa*, 7, (3), 215-227, 1991a.
- Mortimer E. F., Smolka A. L. B. *Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões Para o Ensino e a Sala de Aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- Parrat-Dayán, S. Psicologia de Piaget Aplicada à Educação: Como Isto Funciona?. *Revista Escritos sobre Educação*, 2 (2), 33-42, 2003.
- Perret-Clermont , A.; Schaubauer- Leoni, M. L.; Grossen, . Interações sociais no desenvolvimento cognitivo: novas direções de pesquisa. Em: E. Toschi (Org.), *Abordagem psicossociológica do desenvolvimento humano*. Porto Alegre: FAGED/UFRGS, 1994.
- Piaget, J. e colaboradores. *A tomada de consciência*. São Paulo: Melhoramentos, 1977.
- Piaget, J. *Epistemologia Genética*. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- Rosa, M.I.S. & Schnetzler, R.P. Sobre a Importância do Conceito Transformação Química no Processo de Aquisição do Conhecimento Químico. *Química Nova na Escola*, 8, 31-35, 1998.
- Schnetzler, R.P; Araguão, R. M. R. Importância, Sentido e Contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*. 1, 27-31, 1995.

Conclusões Gerais

A química enquanto ciência apresenta peculiaridades próprias, nas quais, a articulação entre a investigação experimental e a criação de modelos explicativos racionais é uma das mais marcantes. Estes modelos explicativos (átomos, moléculas, íons, elétrons, prótons, entre outros) pertencem a uma realidade cujos objetos não podem ser percebidos pelos sentidos humanos. E são desta forma, abstratos e sua compreensão muitas vezes ocorre através da utilização de analogias com objetos que possam ter um acesso direto aos nossos sentidos.

Enquanto pesquisas em didática das ciências têm evidenciado a necessidade de trabalhar os conteúdos de acordo com o desenvolvimento cognitivo dos alunos, a análise evidencia que o ensino de química parece não considerar aportes dessas pesquisas. As considerações acerca da gênese do conhecimento e as pesquisas a respeito de como o aluno aprende parecem não estar presentes nas propostas de estruturação curricular vigentes, e muito menos ser de conhecimento dos professores, o que é mais um problema identificado na realidade escolar atual.

Este trabalho de dissertação nos propusemos a analisar a elaboração conceitual de noções referentes à natureza particulada da matéria, através da construção cooperativa em realidade escolar.

A natureza particulada da matéria foi abordada através de cinco experimentos: a diluição do permanganato de potássio em água, a expansão do ar sob aquecimento, a vaporização e condensação do éter, a sublimação do iodo e a mistura de álcool e água. Essas atividades, embora diferentes, tiveram o mesmo objetivo: problematizar e estimular a construção da noção de partículas constitutivas da matéria e verificar como essa noção pode ser utilizada na explicação dos fenômenos observados durante a realização dos experimentos. Esses fenômenos possuem como característica a conservação da natureza da matéria, ou seja, não ocorre a formação de novas substâncias durante os processos.

Nesta investigação se pretendeu mostrar a evolução da compreensão dos estudantes sobre os diferentes fatores intervenientes na ocorrência dos fenômenos envolvendo transformações da matéria, que foram realizados nesta investigação.

Nas cinco atividades desenvolvidas se buscou a compreensão dos estudantes sobre os diferentes fenômenos em estudo, analisando suas manifestações através de suas proposições de modelos explicativos que utilizam fundamentos da organização da matéria

a nível submicroscópico. Para tal alguns entendimentos são essenciais para este empreendimento: a matéria é constituída de partículas, que se movimentam num espaço vazio, e que também interagem.

Cada uma das experiências tinha o objetivo de desestabilizar o conhecimento dos estudantes, fomentar o entendimento dos aspectos citados acima, como elementos necessário à compreensão dos fenômenos em estudo, sempre num processo cíclico espiralado crescente, no sentido da retomada dos conceitos construídos como forma de consolidá-los e servirem de âncora para novas construções conceituais. Em cada experiência um novo desafio, novas construções.

É possível afirmar que houve evolução dos estudantes em relação à compreensão dos fundamentos da organização da matéria a nível submicroscópico. Há melhora na proposição de modelos mais complexos para a explicação dos fenômenos estudados em sala de aula. Eles conseguem compreender a constituição da matéria por partículas, que estas determinam suas características identificadas por sua composição química e as propriedades físico-químicas, ou seja, iodo sólido e vapor de iodo são constituídos das mesmas partículas em estado de agregação diferenciado em função da densidade de partículas no espaço. Na dissolução do permanganato de potássio em água ou na mistura água + álcool há movimento e interação entre as partículas constituintes das substâncias. Movimento que se configura num espaço vazio. Embora os estudantes tenham mostrado sua compreensão dos fenômenos estudados em sala de aula é importante salientar que eles conservam alguma dificuldade de mobilizar o conhecimento construído para novas situações de aprendizagem.

A participação do professor como mediador das discussões dos estudantes é fundamental como um elemento catalisador da construção de modelos explicativos, seja através do dialogo com os alunos, seja através da elaboração do material instrucional disponibilizado aos alunos, ou pela utilização de analogias.

Este papel mediador do professor na construção de conceitos pelo aluno se constitui elemento essencial para a aprendizagem dos estudantes num contexto específico, a escola, onde se produz conhecimento individual e coletivamente, por ações propositivas do professor. É importante ressaltar a valorização do tempo que o professor dispensa para seu planejamento das atividades de sala de aula, ressaltando a gradualidade no desenvolvimento dos conteúdos pela utilização de estratégias metodológicas que

consideram os estudantes sujeitos ativos no processo de sua aprendizagem, permitindo sua compreensão dos fenômenos em estudo. Se evidencia nos longos diálogos em sala de aula a proposta do professor de auxiliar os alunos a compreenderem o que estavam estudando.

Além disso, ao longo dos diálogos registrados nas seqüências de ensino, foi possível constatar que a proposta didática do professor, envolvendo a demonstração e a realização de experimentos discutidos em pequenos grupos, auxiliou a elaboração conceitual das alunas que participaram ativamente do processo, possibilitando uma melhor compreensão dos fenômenos em estudo.

Bibliografia

- Barker, V. (2000). Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas. [A report prepared for the Royal Society of Chemistry, <http://www.chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>].
- Cachapuz, A.; Praia, J.; Gil-Pérez, D.; Carrasco, J.; Martinez-Terrades, F. (2001). A emergência da didáctica das ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(1), 155-195.
- Chassot, A. (2000). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora da Unijuí.
- Eichler, M. L. *Modelos Causais de Adolescentes e de Adultos para as mudanças de estado e transformação Química da Matéria*. Tese de Doutorado, Curso de Pós-graduação em Psicologia do Desenvolvimento e da Personalidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- Maldaner, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química - professores/pesquisadores*. Ijuí: Unijuí, 2000.
- Scerri, E.R. & Worrall, J. (2001). Prediction and the table. *Studies in History and Philosophy of Science*, 32 (3), 407-452.
- Schnetzler, R.P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25 (Supl. 1), 14-24.
- Sicca, N.A.L. & Gonçalves, P.W. (2002). História da química e da geologia: Joseph Black e James Hutton como referências para educação em ciências. *Química Nova*, 25 (4), 689-695.

Anexos

Anexo 1:

Material de apoio e transcrições da atividade de dissolução do permanganato de potássio em água realizada no dia 11 de maio.

material de apoio:

Constituição das substâncias

Em nossas aulas trabalhamos e na investigação de várias propriedades dos minerais e das substâncias. Viu-se, por exemplo, que a densidade é uma relação entre a massa e volume do material e que para um sólido possa flutuar em um líquido ele terá que ter densidade menor que o líquido; minerais de maior dureza riscam minerais de menor dureza. Que existe certa quantidade exata de massa de cloreto de sódio que pode ser dissolvido em determinado volume de água. Também com relação a solubilidade se verificou que as substâncias apresentam solubilidades diferentes conforme o solvente. Com isso, se pode afirmar que cada substância apresenta um conjunto determinado de valores par suas propriedades específicas, que permitem identificá-la e, se for necessário separá-la de outras substâncias, como em vários processos de mineração para extrair os minerais e os minérios das rochas.

Mas por que isto acontece? O que existe de diferente em cada substância que faz com que cada uma tenha suas propriedades? A fim de começar a responder estas questões, serão estudados alguns aspectos da constituição das substâncias.

Primeiras idéias sobre a constituição das substâncias

Quando se estudou a solubilidade, pode-se observar que o sólido sulfato de cobre se dissolvia na água formando um sistema colorido (solução azul). Quando se dissolve açúcar em uma limonada se observa que o sistema resultante - a limonada - fica doce. Mas como ocorre a dissolução de um sólido em um líquido? O que faz com que a cor ou sabor presente originalmente no sólido passem a ser características de todo sistema? Nesta experiência irá se estudar mais profundamente o fenômeno da solubilidade de uma substância a fim de que você possa começar a pensar em como, geralmente as partículas de uma substância se organizam.

Matérias: Copos, espátula, seringas, cronômetro ou relógio, permanganato de potássio (KMnO_4) e água.

Procedimentos: Parte 1

- Colocar um grão de permanganato de potássio, dos maiores, em um copo (copo 1) contendo 50 mL de água.
- Agitar o sistema até que todo o grão se dissolva.
- Usando uma seringa, retirar 5 mL deste líquido contido no copo um.
- Adicionar os 5 mL da seringa no copo dois que contém 45 mL de água.
- Limpar a seringa.
- Agitar o sistema do copo dois e retirar, com a seringa, 5 mL do líquido contido neste copo.
- Adicionar os 5 mL contidos na seringa no copo três que contém 45 mL de água.

Questões:

1. Compare os três copos em termos de intensidade de cor
2. A que você atribui a diferença de cor observada?
3. Considerado que a massa de um grão de permanganato de potássio possui, em média, 0,005g, esta é a massa de permanganato que está dissolvida nos 50 mL do copo 1. Através de uma “regra de três” se pode determinar a quantidade de permanganato de potássio presente nos 5 mL retirados da solução com a seringa, esta quantidade é de 0,0005

g como pode ser observado nos cálculos abaixo. Estes 0,0005 g de permanganato de potássio contidos na seringa foram transferidos para o copo dois, que, por tanto, possui esta massa. Calcule a quantidade de massa de permanganato de potássio contido no copo 3, lembrando que foram retirados 5ml de solução do copo dois para transferir para o copo 3.

Volume de solução	Massa de permanganato de potássio	$50 \cdot X = 5 \cdot 0,005 \text{ g}$
		$50 \cdot X = 0,025 \text{ g}$
50 mL =	0,005 g	$X = 0,025 \text{ g} / 50$
5 mL =	X	$X = 0,0005 \text{ g}$

4. Se fosse retirado 1 mL do líquido contido no copo três, ele também seria colorido, calcule a massa de permanganato de potássio contida neste 1 mL.

5. Quem é responsável pela cor do líquido?

6. A massa de permanganato de potássio contida em 1 mL do líquido do copo três é de 0,000001g é muito pequena. Esta quantidade de permanganato de potássio é responsável pela cor uniforme em toda extensão do líquido e, portanto, esta massa deve estar distribuída entre diversas pequenas partículas de permanganato de potássio espalhadas pelo líquido. Quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três?

Independente da quantidade de partículas que você mencionou na questão anterior, a massa de uma partícula deverá ser menor que o valor de 0,000001 g. Assim, se pode concluir que uma partícula de permanganato de potássio é muito pequena.

Procedimentos: Parte 2:

- Colocar 50 mL de água no copo.
- Retirar com auxílio da espátula, um grão de permanganato de potássio do frasco e, mantendo o béquer em repouso em cima da mesa, transfira o grão pra dentro dele, tentando atingir o centro de seu fundo.
- Observe o sistema e escreva suas observações na tabela abaixo.
- Continue observando o sistema por cinco minutos, escreva suas observações na tabela.

Sistema	Observações
Início, após a adição do sólido.	
Durante os cinco minutos.	
Após cinco minutos	

Questões:

7. Por que a aparência após cinco minutos é diferente da aparência do sistema no início após a adição do sólido?

8. Considerando o sistema depois de cinco minutos, por que a aparência da região do fundo do copo é diferente da aparência da superfície do líquido?

9. Se o copo estava em repouso, como você explica que a cor do permanganato foi se espalhando aos poucos?

10. Se o sistema fosse deixado em repouso e observado amanhã, como você acha que ele se apresentaria? Por quê?

11. Como você explica a ocorrência do fenômeno da dissolução?

12. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem?

13. Quando se descasca uma bergamota é praticamente impossível evitar que alguém não perceba o cheiro da fruta. Em que se baseia fenômeno do cheiro se espalhar?

14. Por que o cheiro é menos perceptível no inverno?

Procedimentos Parte 3:

- Coloque um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 ml de água quente e observe o sistema durante cinco minutos.

- Descreva suas observações.

Questões:

15. Houve diferença nos sistemas da parte dois e da três após cinco minutos? Qual?

16. Quem foi responsável pela cor se espalhar mais rápido no sistema da parte três?

17. O que ocorre com a velocidade que as partículas se movem no interior do líquido com o aumento da temperatura?

18 Representando as partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas a seguir indicados: a) o sólido permanganato de potássio; b) a água líquida; c) a solução do copo 1; d) a solução do copo 2; e) a solução do copo3; f) a solução do sistema da parte dois após 5 minutos.

Transcrição:

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar

Tempo	Falas e Ações
00m00s	A filmagem começa com o grupo (A1) fazendo a dissolução dos pequenos cristais de permanganato de potássio em 50mL de água. Ficam falando do líquido que se está formando e do nome do sólido. A4: “ <i>Parece suco de uva.</i> ” A2: “ <i>Que substância é esta?</i> ” A1: “ <i>permanganato.</i> ” A4 olhando a folha: “ <i>permanganato de potássio.</i> ” A1 e A4 brincam com o nome do composto. A4: <i>Permanga rato de potássio</i> ”
00m58s	A2: “ <i>Misturado com água.</i> ” A1: “ <i>Isso, e se você botar isso, se tu tocar nisso vai queimar a pele ficar manchada e só vai sair quando trocar, no caso morrer a pele.</i> ” A4: “ <i>Ou seja, quando te derem um tiro no peito ou na testa e tu morre.</i> ” A2: “ <i>Ai, M4</i> ” A1: “ <i>Não. Morrer a pele não tu morrer.</i> ” A4: “ <i>Estou brincando, né A1.</i> ”
01m19s	A1 continua dissolvendo o permanganato A4: “ <i>Ainda não dissolveu?</i> ” A1: “ <i>É que ainda tem uns pedacinhos,</i> ” A4: “ <i>Mexe assim (faz o movimento circular com uma caneta em cima da mesa) em circular que dissolve bem mais rápido que ficar batendo em cima da pedra.</i> ” A1: “ <i>Viu só, ela (referindo-se a A4) nunca apareceu neste grupo. Agora que ela apareceu, não</i>

1m36s	<p><i>para de falar um minuto.</i>” Ficam falando do nome que A4 colocou na camiseta da gincana. A1 brinca que o apelido deveria ser caturrita porque A4 não para de falar. A4: “<i>Agora tem que tirar 5mL.</i>” A1: “<i>O que tem que fazer agora?</i>” A4: “<i>Agora a gente vai ter que tirar 5mL (pega a seringa e reclama que ela estava com água e coloca em cima do copo com a solução 1) dessa porção aqui.</i>” A3: “<i>Espera ai.</i>” A4: “<i>Mas é isso.</i>” A3 pede para ela esperar porque A1 estava lendo o que era para fazer e estava pedindo também para esperar.</p>
2m07s	<p>Como A4 tinha entrado no grupo nesta aula, não havia uma “confiança” que ela estivesse fazendo as coisas certas. A2 e A3 estavam dependentes de A1, quando A3 viu que A4 estava fazendo uma coisa – no caso seria retirar 5ml da solução 1 (procedimento correto) – ficou com expressão de apavorada e pediu para A3 parar até que ai soube-se o que fazer. A1 fica lendo os procedimentos em voz alta: “<i>Colocar u grão de permanganato de potássio, dos maiores, em um copo, copo 1, contendo 50mL de água. Agitar o sistema até que todo o grão se dissolva. Usando uma seringa, retirar 5mL deste líquido contido no copo um.</i>”</p>
2m14s	<p>A4 apontando para o copo 1: “<i>Contida no copo um. Era o copo um</i>” P1 passa pelo grupo e pergunta se já aviam mexido a solução. A1 pegando o copo um da frente de A4: “<i>espera ai que eu ainda vi um pedacinho.</i>” A1 fica dissolvendo o resto do permanganato.</p>
2m35s	<p>A1 “<i>Tá, ai tu vais.</i>” A4: “<i>Retirar 5mL.</i>” A1: “<i>Vamos facilitar... e começa ler a folha: “Adicionar os 5mL da seringa no copo dois que contém 45 mL de água.”</i>” A4: “<i>Pois é, retira 5mL daqui (copo 1) e põem aqui (copo 2).</i>” A1: “<i>Eu não sou burra, eu já entendi.</i>” A4: “<i>Pois é. Era isso que eu estava te falando desde o início.</i>”</p>
2m53s	<p>A1: “<i>Por que não esta fazendo isso ai?</i>” A4 “<i>Porque vocês mandaram eu parar, eu ia fazer.</i>” A1: “<i>Eu estava esperando, né.</i>” Enquanto A1 e A4 falam A3 pega a seringa para retirar os 5mL da solução 1. A1: “<i>É só 5</i>” A3 retira coma a seringa mais que 5mL do líquido do copo 1. A4: “<i>A nossa você colocou muito.</i>” A1: <i>Eu falei só cinco.</i>” A1 para A3: “<i>Espera ai só um pouquinho.</i>” A3 alcança seringa para A1, mas de fazer isso ela coloca a seringa com o bocal para cima. A4: “<i>Tem que tirar...Nãooo!</i>” (ao ver A3 invertendo a seringa)</p>
3m27s	<p>A1 confere o nível da seringa em cima do copo 1. “<i>É isso ai.</i>” E vendo que o nível estava correto alcança a seringa para A3. “<i>calma</i>” A3 transfere o líquido contido na seringa para o copo 2. A1 fica mexendo o copo dois para homogenizar a solução. A1 lendo a folha: “<i>Limpara a seringa.</i>” E complementa: “<i>Agora diz lá. Vai lá (A2) limpar a seringa.</i>” A2 fica rindo. A2 para A3: “<i>Vai lá comigo.</i>” A1: “<i>Limpar a seringa diz aqui.</i>” A2: “<i>Ta bom, então vamos lá limpar.</i>” A1: “<i>tem que ir as duas para limpar uma seringa. Que coisa linda. Isso derruba</i>”</p>
3m48s	<p>A2 e A3 saem para limpar a seringa. A1 fica lendo a folha em voz alta: “<i>Agitar o sistema do copo dois e retirar, mamamam.</i>” A4: “<i>Vamos repetir o mesmo critério só que colocar no copo três.</i>” A1 fica lendo a folha e A4 fica olhando para os copos e mexendo neles. A4: “<i>É impressão minha, ou tem a mesma quantidade aqui?</i>” A1: “<i>Lógico que tem a mesma quantidade.</i>” A4: “<i>Sim porque a gente pegou a mesma quantidade do um.(para)</i>” A1: “<i>50mL no um. Então a gente tirou 5mL, ficou 45</i>”</p>

4m39s	<p>A4: “Não, (e começa a ler a folha) <i>Usando uma seringa, retirar 5mL deste líquido contido no copo um, Adicionar os 5 mL da seringa no.</i>” (A1 interrompe) A1: “<i>Tu leu tudo?</i> (começa a ler a folha) <i>Colocar um grão de permanganato de potássio, dos maiores, em um copo, copo 1 contendo 5 mL de água. Cinco não, 50mL de água.</i>” A4: <i>A tá, sim, porque aqui na primeira parte: agitar o sistema até..., eu não tinha visto a parte de cima.</i>” A1: “<i>Ai tirou cinco ficou 45, está igual.</i>” A4: “<i>Não aqui tem 50.</i>” A1: “<i>Aqui tem 45</i>” A4: “<i>Ali tem 50 e aqui 45.</i>” A1: “<i>Os dois tem 45 aqui.</i>”</p>
4m58s	<p>A4: <i>Sim eu estou falando daquele ali, que tem 50.</i>” A4 olha para a câmera, ou para P2 e ri. A1: “<i>Brincadeira aquelas duas.</i>” A4: “<i>Tomara que elas não fiquem batendo papo no banheiro.</i>”</p>
5m22s	<p>P1 da um recado:” <i>Pessoal tem as seis questões para vocês fazerem também.</i>” A4: “<i>Mas não vai dar tempo de fazer hoje.</i>” A1: “<i>Se a A2 e A3 voltarem rápido, derrepente.</i>” A4: “<i>São seis questões.</i>” A4: <i>Cuidado que está molhado.</i>”</p>
6m28	<p>A2 e A3 voltam do banheiro. A1: “<i>Como vocês são rápidas.</i>” A1 pega a seringa e começa a retirar o líquido do copo 2.. A1: “<i>Agora a seringa por favor, novamente.</i>” A1 retira os 5mL do copo 2 A1: “<i>É isso?</i>” A4: “<i>É</i>” A1 transfere o conteúdo da seringa para o copo 3. A1 comentando sobre a intensidade de cor de um outro grupo: “<i>Olha a escuridão dos dela.</i>” A3: “<i>Porque ela colocou.</i>” A1: “<i>Colocou o quê?</i>” A3: “<i>Colocou isso aqui</i> (apontando para o frasco contendo o permanganato de potássio.) A1: <i>Ela colocou muito.</i>” A3: “<i>Ela colocou mais disso aqui.</i>” A4: “<i>Aliás eu acho que a maioria colocou.</i>” A3: “<i>tinha de Ter colocado tudo isso aqui A1.</i>”</p>
6m34s	<p>A1: “<i>Mas é só um grão.</i>” A1 fica arrumando os copos em uma ordem: “<i>Copo 1, copo 2 e copo3.</i>”</p>
7m29s	<p>A4: “<i>Primeira questão.</i>” A4 lendo a primeira questão: “<i>Compare os três copos em termos de intensidade de cor.</i>” A1: “<i>vamos responder atrás né?</i>” P2 faz a chamada A1 : “<i>Deixa eu responder a chamada.</i>” A1: “<i>Presta atenção...</i>” Lê a questão 1: “<i>...Compare os três copos em termos de intensidade de cor.</i>” E complementa: “<i>Copo 1</i> (escreve na folha) <i>copo 2 e copo3.</i>” A1: “<i>Copo um roxo, (escreve) roxo rosa e?</i>” A2: “<i>Salmão</i>” A4: “<i>Rosa clarinho.</i>” A1 pega o copo 3 e observa A1: “<i>Quase branco.</i>” A2: “<i>Não tem como colocar rosa chicle neste aqui e a gente coloca só rosinha?</i>” A1 “<i>Rosa chicle, não acredito.</i>” A4: “<i>O que ela falou?</i>” A1: “<i>Rosa chicle.</i>” A2 fica falando sobre as cores mas não foi possível transcrever. A1: “<i>Este aqui é roxo.</i>” A2: “<i>É roxo.</i>”</p>
8m24s	<p>A1: “<i>Roxo, rosa e? e? e?</i>” A4 interrompe A4: “<i>Rosa clarinho.</i>”</p>

	<p>A1: “Arosado.” A2: “Arosado?” A1: “Rosa claríssimo.” E escreve na folha. Pode-se perceber que A1 não gosta de utilizar respostas formuladas por outras pessoas, no caso A4, ela quer elaborar suas próprias respostas. Mudando a resposta de A4 (rosa clarinho) para rosa claríssimo. No escrever suas respostas A1 escreve claríssimo e A4 clarinho.</p>
8m40s	<p>A1 lendo a questão 2: “A que você atribui a diferença de cor observada?” A1: “A que você atribui a diferença de cor observada?” A4: “Eu acho que é a quantidade de, de, de... (esqueceu do nome do sólido) em cada copo.” A1 complementa: “De permanganato de potássio.”</p>
8m54s	<p>A4: “permanganato de potássio em cada copo, né?” A1 e A4 escrevem suas respostas A1 “Quantidade de ... (Pausa) A quantidade da substância, tá. Permanganato né?” A4: “Como é que é?” A1: “Permanganato.” A4: “Não. Como é a questão?” A4 lê a pergunta: “A que você atribui a diferença de cor observada?” A1 continua escrevendo a resposta, A4 também.</p>
9m29s	<p>A4: “Quantidade de que? Como é o nome?” A1: “Permanganato de potássio.”</p>
9m40s	<p>A4 continua escrevendo sua resposta para a questão 2, enquanto A1 lê a questão 3. A2 e A3 levantam-se para discutir coisas da gincana com outros colegas. A2 e A3 não participaram do processo de discussão da resposta, A2 olhava de vez em quando para ver o que A1 e A4 conversavam A3 estava muito desatenta Este grupo respondeu a esta questão rapidamente e corretamente associando a quantidade de permanganato a cor. Muitos outros alunos quanto a mesma questão se referiam inicialmente a quantidade de água, que no caso, era a mesma em todos os copos- 50 mL.</p>
9m57s	<p>A4: “Qual é a terceira?” A4 começa a ler a questão, enquanto A1 continua a ler e pensar na mesma olhando para folha.</p>
10m43s	<p>A1: “No segundo copo tinha 45mL né?” A4: “É.” A1: “Então tinha vai ser assim. Tem que ser assim ó. 45 mL, né.” A4: “Eu só não entendi estas coisas aqui em baixo, quais os objetivos deles?” A1: “Oi? É um exemplo. 45mL, a gente retirou 5mL, se em 45mL, não dá.” A1 volta ver o exemplo na questão três. A4 fala algo que não deu para transcrever e alcança uma calculadora para A1</p>
11m44s	<p>A1: “Ai, meu deus.” A1 tenta novamente montar a regra de três</p>
12m13s	<p>A4: “O A1. (pausa) O que tá pedindo aqui. (aponta para folha) Porque esta aqui era a quantidade que tinha no primeiro copo. Então a gente tem que fazer do segundo copo para o terceiro.”</p>
12m23s	<p>Neste instante A2 retorna para pegar um papel e sai novamente. A1: “O segundo já tinha. No primeiro copo era zero, virgula, zero, zero, cinco gramas. No segundo era 0,0005 gramas A4 “São três zeros, então a gente tem que fazer do terceiro, do segundo para agente fazer o terceiro.” A1 interrompe: “No segundo é dois zeros. No segundo é dois zeros já está ai a resposta.” A4 lendo a folha: “Esta quantidade é de zero, virgula...(e complementa): são três zeros de pois da virgula.” A1: “Isso.”</p>
12m45s	<p>A4: “E você colocou dois zeros.” A1: “Tá foi erro aqui.” (A1 apaga a folha) A4: “Foi isso, pois esta quantidade é a que está no primeiro.” A1: “No primeiro, no segundo é um zero a mais. Mas agora eu não sei se aqui assim é 45 ou é 50”</p>
12m58s	<p>A4: “Ai vai ser quarenta e.” (Para) A1: “Porque no primeiro copo foi retirado. No primeiro copo era 50.”</p>

13m14s	<p>A4: “É já tinha 50, via ser 45 mesmo.” A1: “Não. Vamos. De água tinha 50, 45 e 45.” A4: “Tá.” A1: “Ai, de 45 ele passou a 50, tá?” A4: “Então ele vai Ter 50 também.” A2 e A3 retornam A1: “Só que eu não sei se eu conto na hora que eu tiro para passar para cá, ou se eu conto.” A4: “Eu acho porque ele já está falando do segundo copo e, se ele já tinha esta quantidade de coisa, isso quer dizer que ela já estava com 50 mL pois já tinha passado para lá. Entendeu? Entendeu?” A1: “Pois é mas é 45...(é interrompida por A3 que pega o pátis que ela está escrevendo.) A4: “Eu cacho que vai ser 50 mL” A1: “Háaaa?” A4: “Eu cacho que vai ser 50 mL”</p>
13m38	<p>A1: “Professor.” A1: “Aqui vai ser 45 ou 50? Pois olha só, a principio tinha 50, 45 e 45.” P1 fala algo que não foi possível captar no áudio. A1 responde: “50” A1: “Ai neste cálculo vamos colocar?” P1: “50.” A4: junto com P1: “50.” A1: “Então vamos lá.”</p>
14m35s	<p>A1 e A4 escrevem nas folhas e depois A1 faz o cálculo na calculadora. A1: “Quatro zeros depois da virgula e um cinco.” A4 fica Olhando para a resposta da folha de A1 e coloca na sua folha. A1 fica lendo a questão 4</p>
15m42s	<p>A4: “Posso olhar A1 deixa eu ver rapidinho. Tá. Só a fração. 50, vão ser quatro zeros, logicamente vão ser quatro zeros.”</p>
16m00s	<p>A1: “Tá a quatro.” e lê a questão: “Se fosse retirado 1 mL do líquido contido <u>nos três copos</u>, ele também seria colorido, calcule a massa de permanganato.” Para e olha para A4 A1 lê errado a questão não é contido nos três copos e sim contido no copo três. Por isso da dificuldade maior. A3: “Não tem como.” A1: “Tem como.” A4: “Espera ai.” E começa a ler a questão: <u>Se fosse retirado 1 mL do líquido contido nos três copos</u>, ele também seria colorido, calcule a massa de permanganato.” E complementa: “Vai ter que fazer a solução de, o volume de solução 50 mL.” A4 comete o mesmo erro de A1 ao ler a questão Enquanto A4 está lendo a questão A1 fica fazendo contas. A4: “Vai Ter que fazer para os três copos?”</p>
16m31s	<p>A1: “Seria zero, virgula, zero, zero, zero, não (respondendo a A4) um gramas. Olha só se fosse, se em 5 ml tem 0,0005 g de massa se fosse retirado 1mL do copo três, não dos três copos, no copo três, no caso este, ele também ele também seria colorido, calcule a massa de permanganato de potássio contida neste 1mL. Zero, virgula zero.” A4 interrompe A4: “Cinco zeros no caso” A1: “Quatro. Porque o 0,0005 dividido por 5 é 0,0001, está ai a resposta. A1 enquanto escreve na folha: “É 0,0005 dividido por 5 que é 0,0001.” A3 complementa junto com A1 o final da frase: “zero, zero, um.” A1: “Eu acho que é isso.”</p>
17m12s	<p>As alunas não conseguiram realizar esta regra de três, o cálculo proposto por A1 está referindo-se aos 5ml retirados do copo 1. Não foi levada em conta a diluição para os outros copos. A1: “Cinco.” referindo-se a questão cinco A4: “Como é? Cinco gramas, não é mL, é gramas né?”</p>
17m27s	<p>A4: “Agora a cinco. (lê a pergunta) Quem é responsável pela cor do líquido? Complementa O responsável...” é interrompida por A1 A1: “É a quantidade de permanganato de potássio.” A1 fica escrevendo na folha e A4 vai começar a escrever, fica em dúvida e pergunta A4: “Não seria, talvez, só ele independente da quantidade.”</p>

18m12s	<p>A1 começa a apagar sua resposta e comenta: <i>“Eu ia colocar isso entre parênteses.”</i> A4: <i>“Haaa?”</i> A1: <i>“Eu estava colocando entre parênteses.”</i> A1 escreve na folha. A1: <i>“A seis.”</i> A4: <i>“O que tu colocou lá?”</i> A1: <i>“O permanganato de potássio.”</i> A4 escreve na sua folha. A1: <i>“A seis agora. (e lê a questão) A massa de permanganato de potássio contida em 1mL do líquido Para a leitura e comenta: Está aqui a resposta, são cinco zeros.</i> A4: <i>“Haaa?”</i> A1: <i>“Lê a seis que tu vê a resposta da quatro.”</i> A4 começa a ler a questão seis e comenta: <i>“Te falei que era um zero a mais.”</i> A1: <i>“Mas e ai, como é que eu vou fazer a conta.”</i> A1 fica fazendo cálculos com a calculadora. A4 continua lendo a questão seis: <i>“São cinco zeros”</i> A1: <i>“Mas como eu vou demonstrar a conta.</i> A4: <i>“Não precisa demonstra a conta.”</i> A1: <i>“Precisa.”</i> A4: <i>“Não, ele quer a resposta.”</i></p>
19m11	<p>A1 fica impaciente batendo com o lápis na mesa e tentando formula uma conta A4: <i>“Seria da mesma armação daquela outra lá.”</i> A1 fica tentando fazer conta</p>
20m30s	<p>A líder da turma fala sobre a gincana, A2 e A4 ficam escutando, A1 não presta muita atenção e fica apagando sua resposta. A1 e A4 voltam a ler as folhas</p>

Anexo 2:

Transcrições da atividade de dissolução do permanganato de potássio em água realizada no dia 25 de maio.

Transcrição

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar

Tempo	Falas e Ações
00m00s	A filmagem começa com A1 lendo a questão seis
00m00s	A1: "... entre diversas pequenas partículas de permanganato de potássio espalhadas pelo líquido. Quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três?" Complementa: "Quantos mL tinha?"
0m33s	A4: "Eu pensei assim ó, se tem 0,000001g pra 1mL. Vamos fazer a conta disto aqui dividido em cada copo, para cada um." A1: "Espera ai, eu não entendi um negócio. Olha só. Cada copo aquele dia tinha 5mL, não era?" A2 fala algo que não foi possível transcrever termina com "...mL." A1: "E a cada 1 mL tinha esse monte de zero." A4: "Então seria isso aqui tudo dividido por 1 ml, o que daria, no caso, eu acho que acrescentaria só mais um zero aqui."
0m54s	A1: "Mas por que isso?" A4: "Porque seria." A1 interrompe A1: "Olha esta pergunta. Quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três? Como a gente vai saber quantas partículas." A3: "Não tem como." A4: "Eu pensava assim, quantas partículas tinha mais ou menos em cada líquido, mas é quantas."
1m19	A1 volta a ler a folha: "Independente da quantidade de partículas que você mencionou na questão anterior, a massa de uma partícula deverá ser menor que o valor de 0,000001 g. Assim, se pode concluir que uma partícula de permanganato de potássio é muito pequena. e complementa: Ou seja, independente da quantidade de partículas, já está a resposta em baixo. O professor, o professor a resposta da número seis está na própria questão?" P1 chega ao grupo mas é interrompido por alguém que conversa com ele.
2m10s	A4: "A gente não sabe a quantidade de átomos, imagina a quantidade de partículas. Deve ter alguma coisa que a gente vai achar na resposta." A1: "É que eu acho que não tem resposta, por que já tem, olha só, independente da quantidade de partículas que você mencionou na questão anterior. Ou seja, independentemente, não interessa, entendeu."
2m22s	P1 pergunta o que elas querem A1: "Assim ó. Na questão seis pergunta quantas partículas de permanganato de potássio você acha que são responsáveis pela cor no 1mL do líquido do copo três? Como a gente vai saber?" P1: "O número exato não sabe, né." A1: "A gente sabe que vai ser menor que 0,000001." P1: "Não. Essa era a massa disso ai?" A4: "Sim." A1: "Posi é, mas."
3m01s	P1 levanta para pegar o microfone, mas este estava com A4, assim ele volta para a mesa e pega o microfone de A4. P1: "Então é assim. Se vocês pegarem aquele 1 mL ali tem 0,000001 g." A1: "Isso." P1: "Aquele 1 mL tem várias partículas de permanganato, pois esse 1 mL também é colorido. Tem várias gotas todas elas coloridas. Se a gente começar a dividir as gotas em pedacinhos, meia gota também é colorida. Sim?" A1: "Sempre vai ser colorido." P1 continuando: "Então também vai ter partículas ali. Então digamos que 1 mL tem vinte gotas, vai ter vinte partículas. Se a gente consegue dividir a gota no meio vai ter 40 partículas. Então vai ter várias partículas. Então se tivesse uma partícula só Essa massa aqui assim (aponta para a folha = 0,000001g) seria de uma partícula." A3: "Não de várias." P1: "De uma só. Mas essa seria uma massa bem pequena. Se tem várias, o que acontece? A massa de uma partícula sozinha é menor ainda."
3m57s	A1: "Muito pequena."

4m36s	<p>P1: “É muito pequena, então essas partículas das substâncias tem massa muito pequenas, ou seja elas são muito pequenas.”</p> <p>A1: “Pois é, mas em baixo diz: Assim se pode concluir que uma partícula de permanganato de potássio é muito pequena. Ou seja, na seis a resposta esta na questão.”</p> <p>P1: “Sim, então tem várias, tu não sabe quantas, não tem como saber.”</p> <p>A1: “Tem muitas, porém, e a massa é muito pequena.”</p> <p>P1: “Isso”</p> <p>A1: “A massa está dividida...” P1 interrompe</p> <p>P1: “A pergunta pede só quantas são. Você pode botar que tem duas, duas não, tu sabe que tem mais que duas.”</p> <p>A1: “Tem 100 partículas.”</p> <p>P1: “Tem 100, tem 1000, 1000000, você pode chutar este número. não tem como saber”</p> <p>A1: “Ninguém sabe isso?”</p> <p>P1: “Agora tu não sabe.”</p> <p>A1: “Ninguém sabe isso?”</p> <p>A3: “Mais adiante, mais adiante.”</p> <p>P1: “Eu sei.”</p> <p>A1: “Então nos diz quanto é.”</p> <p>A4: “Então se por exemplo eu falar 40 partículas, o senhor vai considerar certo?”</p> <p>P1: “Vou, porque vocês não tem como saber.”</p> <p>A1: “Mas quantas partículas são? Quantas são?”</p> <p>P1: “Haaaa! É um número bem grande.”</p> <p>A1: “Tipo um milhão de partículas.”</p> <p>P1: “Pode ser.”</p>
4m55s	<p>A1: “Haaaa professor!”</p> <p>P1: “Depois vocês vão saber no final do ano, quantas partículas tem.”</p> <p>A1: “No final do ano!? Vou ter que esperar até o final do ano?”</p> <p>P1: “Não! Até o começo do ano que vem.”</p> <p>A1 e A4 riem.</p> <p>A1: “Haaa! professor!”</p> <p>P1: “Vocês vão saber bem certinho, somar, coisa e tal, (calcular) e dizer quantas tem.”</p> <p>A1: “Tá. Vamos dizer que tenha.”</p> <p>P1 complementando sua fala: “É o que o segundo ano está fazendo tudo.”</p>
5m15s	<p>A1: “Então vamos botar.”</p> <p>A4: “Um milhão e cinco mil partículas.”</p> <p>A1: “Um milhão e cinco mil partículas, não um milhão e três partículas.”</p> <p>P1: brincando: “Por que o três?”</p> <p>A1: “Porque eu gosto do número três.”</p> <p>A1 e A4 escrevem nas folhas</p>
5m44s	<p>A1 e A3 conferem o número de zeros na resposta e A1 pergunta para A4 como foi.</p> <p>A1 complementa sua resposta: “A massa de uma partícula é muito pequena.</p> <p>A4: “Professor, agora a partir dessa questão só vai ser a partir da experiência que a gente vai fazer?”</p>
6m23s	<p>A2 “Será que o pessoal do segundo ano não diz quantas partículas são.”</p>
6m35s	<p>A1 vendo a folha de A4 fala: “A massa de uma partícula é muito pequena.”</p> <p>A4: “Ai! Tu colocou isso?”</p> <p>A1 balança a cabeça positivamente: “O que tu colocou?”</p> <p>A4: “Um milhão e três partículas, só não, extremamente pequenas.”</p> <p>A1: “Mas tu ouviu em falando.”</p> <p>A4: “Não. Não ouvi.”</p> <p>A1: “Até que eu repeti, pois pensava que tu estava copiando.”</p>
7m12s	<p>P1 entrega os materiais para fazer a segunda parte do experimento</p>
7m15	<p>A1: “Sete. Pensando em responder a próxima questão, porém ao pegara folha nota que tem os procedimentos e começa a ler a folha: “Procedimentos. Parte dois. Colocar 50 Ml de água no copo. interrompe a leitura e fala: Cuidado A3, deixa aqui no meio para a gente ver.” A3 tinha pegado os materiais para olhar.</p> <p>A2: “O que é isso?”</p> <p>A1 olha o copinho contendo os grãos de permanganato:</p>

7m48s	<p>A4: “É permanganato.” A1: “Permanganato” A1 lendo a folha: “Colocar 50 mL de água no copo. Retirar” A4 continua a leitura: “Retirar com o auxílio da espátula, um grão de permanganato de potássio e...” diminui o tom de voz até ficar lendo em silêncio. A1 lê ao procedimento em voz alta: “Retirar com auxílio da espátula, um grão de permanganato de potássio do frasco e, mantendo o béquer em repouso em cima da mesa, transfira o grão pra dentro dele, tentando atingir o centro de seu fundo. Baaa! Observe o sistema e escreva suas observações na tabela abaixo. Continue observando o sistema por cinco minutos, escreva suas observações na tabela.”</p>
8m15s	<p>A4: “Não é para mexer.” A1: “Não.” e lendo a folha: <i>Início, após a adição do sólido.</i> e complementa: “Ai vai ter que explicar.” lendo a folha: “Durante os cinco minutos. Após os cinco minutos.” A2: “A gente vai ter que fazer com isso aqui?” A3: “É”</p>
8m29s	<p>A1 balança a cabeça positivamente e comenta: “Nós temos que esperar a espátula.” A2: “Por que não dá para tocar nisso aqui?” A1 balança a cabeça negativamente. A2: “O que pode acontecer?” A1 fala algo que não foi possível captar no áudio e gesticula com as mãos. A2: “Queima, queima.” A1: “Só ai, o que vai acontecer. A gente tem que adicionar bem no meio, procurar ser bem no meio.”</p>
8m49s	<p>A1: “O professor” chamando a atenção para receber a espátula. A3: “Eu quero um limpo.” A1 retira um grão de permanganato de potássio do frasco, por um processo trabalhoso, colocando alguns grão numa folha e separando-os ficando com apenas um. Este um foi posteriormente adicionado no copo com água.</p>
9m31s	<p>A1: “Agora tem que ser bem no meio.” e adiciona o grão: “Não foi no meio, mas vai...A4 adverte para não mexer no copo e A1 continua ...O que aconteceu logo que a gente atirou ele? Ele foi se deslanchando, né?O início, após a adição do sólido.” A4: “Ele pouco a pouco vai diluindo. Vou colocar que ele começa a diluir.” A1: “Pouco, a pouco ele vai se dissolver, não diz assim?” A2: “Dissolvendo na água.” A3: “Na água.” A1: “Agora marca cinco minutos alguém.” A2: “Deixa que eu marco.” A1: “Que horas são?” A2: “Cinco e cinco.”</p>
10m25	<p>A1: “Cinco e cinco. Então até as cinco e dez. É a hora que bate eu acho.” A2: “Não tem que mexer?” A1: “Não. A gente tem que observar o que vai acontecer durante os cinco minutos e após os cinco minutos.” A1: “Ai! É muito tempo.” Alguém diz “É” A3: “Vai ficar ai mesmo.” A4: “Eu acho que a gente, olha A1.”</p>
10m51s	<p>A1 tentando formular uma resposta e escrevendo: “Na realidade ele forma um... A3 comenta: “tá redondo” A1 terminando a frase: ...círculo.” A2: “Por isso que tinha que colocar no meio. para formar um círculo no meio.” A1 terminando de escrever: “...no fundo do frasco do copo” A1: “Forma um círculo no fundo do copo com cor roxa Na realidade ele não vai se dissolver na água.” A4: “Ó A1, eu acho que. Que essa resposta aqui vai ter que ser para a segunda. Esse pouco a pouco vai se dissolvendo.” A1: “É isso é depois.”</p>
11m36s	<p>A4: “E o que tu vai colocar na primeira.” A1: “Forma um círculo no fundo do frasco com cor roxa, do copo.”</p>

	A2: “ <i>Cor arroxçada.</i> ” A3: “ <i>É</i> ” A1: “ <i>Tanto faz.</i> ” A2: “ <i>Eu acho que tinha de ser arroxçada porque vai ficar um tom meio cor de rosa.</i> ” A1: “ <i>Mas daí é os cinco minutos.</i> ” A2: “ <i>Eu estou cuidando.</i> ” A1: “ <i>Pois é, mas daí já é dentro dos cinco minutos, por isso que ele é roxo, a princípio.</i> ”
11m57s	A1 lendo a resposta que está escrevendo: “ <i>E durante os cinco minutos. Pouco a pouco vai se dissolvendo na água.</i> ” A1 e A3 ficam escrevendo
12m14s	A1: “ <i>Pouco a pouco vai se dissolvendo na água, deixando.</i> ” fica escrevendo na folha.
12m41s	A1: “ <i>Arroxçada é assim que se escreve?</i> ” A2 “ <i>Arroxçada.</i> ” A1: “ <i>Com cor roxa, aqui vamos botar (A2 concorda dizendo ‘tá’) e aqui com cor arroxçada, acho que é, né A4?</i> ” A4: “ <i>Háaa?</i> ” A1: “ <i>Cor arroxçada?</i> ” A4: “ <i>Acho que sim pois roxada que não é.</i> ” A1: “ <i>Não arroxçada.</i> ” A1: “ <i>Agora nós temos que esperar os cinco minutos.</i> ”
13m09s	A2: “ <i>É da aqui um pouquinho.</i> ”
13m24s	A1: “ <i>Arroxçada, rosada né?</i> ”
13m31s	A1: “ <i>Que vontade.</i> ” faz gestos de agitar o conteúdo do copo com o palito. A2: “ <i>Vai dizer que não parece aquele sangue que cai um pingo na água e vai se espalhando.</i> ” A3 fala algo para A1 sobre uma cor azul no copo, não deu para transcrever direito A1: “ <i>Me passou uma coisa pela cabeça, que tu não tem noção.</i> ” A4: “ <i>Que?</i> ”
13m49s	A1: “ <i>Me passou uma coisa pela cabeça.</i> ” A2: “ <i>O que?</i> ” A1: “ <i>É sobre, é sobre o que tu, não posso dizer.</i> ” A2: “ <i>Ai que droga.</i> ” A1: “ <i>Depois eu falo agora não dá.</i> ” A2: “ <i>Depois a gente vai esquecer e não vai mais falar.</i> ” A1: “ <i>É provável.</i> ”
14m09s	A4: “ <i>Eu acho que após os cinco minutos a água está totalmente colorida.</i> ” A1: “ <i>Eu também acho e de cor meio rosa, rosada, arosada, rosada, arosada é boa.</i> ” A4: “ <i>Então vamos colocar que depois de cinco minutos a água está inteiramente colorida de cor roxada, de cor roxa.</i> ” A1: “ <i>Após os cinco minutos. Haaaa. O sólido se dissolveu totalmente.</i> ” A4 complementa “ <i>E a água está inteiramente colorida.</i> ”
14m33s	A2: “ <i>Não passou os cinco minutos ainda.</i> ” A4: “ <i>Não passou, então vamos esperar, vamos esperar, só para ver.</i> ” A1: “ <i>Mas é essa a moral.</i> ” A1: “ <i>Mas se não for a gente apaga, só isso.</i> ” A3: “ <i>Que horas são?</i> ” A2 mostra o relógio para A3. A1: “ <i>Que horas são?</i> ”
15m08s	A2: “ <i>Acho que falta uns dois minutinhos.</i> ”
15m13	A1: “ <i>Rosado, está certo tom rosado?</i> ” A2: “ <i>Ha?</i> ” A1: “ <i>Rosado.</i> ” A2 confirma: “ <i>Rosado sim.</i> ” A1: “ <i>Após os cinco minutos o sólido se dissolveu totalmente, deixando a água com tom rosado</i> ” A1: “ <i>O professor Eu estou ficando nervosa.</i> ”
15m34s	P1 chega ao local P1: “ <i>Aqui tem água quente para... (não deu para transcrever)</i> ” A3: “ <i>O que é isso professor?</i> ” P1: “ <i>Água quente.</i> ”

15m54s	<p>A3: “Para que?” P1: “parte três.” A3: “haa?” P1: “Para a parte três.” A1 olha a folha e comenta “Que por sinal, eu acho que não vai dar tempo.” A1: “É a mesma coisa, só.” A2 interrompe A2: “Já passou os cinco minutos.” A1: “Tem certeza?” A2: “Absoluta.” A1: “O professor.. Vem aqui um pouquinho, faz favor. O professor. Vem aqui um pouquinho, faz favor” P1 vai chegando no grupo A1: “Assim ó. Depois dos cinco minutos não era para ele ter dissolvido tudo?” P1: “Não.” A1: “Não. Está errada a resposta.” e começa a apagar a folha. P1: “É para dizer o que vocês viram.” A1: “Quase totalmente. Ele se dissolveu quase totalmente, não é?” P1: “Tá. E onde está a cor.” A1: “Deixando a água de cor rosada.” P1: “Toda água? Olhem mais em baixo.”</p>
16m29s	<p>Alunas se abaixam ficando no mesmo nível do copo. A2: “Nem toda água.” A3: “Não toda água.” A1 levanta o copo pra observar melhor P1: “Só a parte do fundo.” A3: “A de cima não.” A1: “A de cima ficou rosa.” P1 fala algo que não foi possível transcrever, mas é em relação a cor do copo A3: “No meio, no meio ficou branco e embaixo ficou roxo.” A1: “Rosa no meio.” A3: “Tá, agora.” e pega o copo para olhar A1: “No início, aconteceu isso. Formou um círculo no fundo do copo com cor roxa, no começo. E aí, depois. Pouco a pouco vai se dissolvendo na água, deixando a água com cor arroxeadada, rosada. E no final, após cinco minutos o sólido se dissolveu, quase totalmente, deixando a parte...(perdeu a palavra) vamos dizer assim.” A2: “do meio” A1: “Não. A parte.” A3: “De baixo.” A1: “De baixo”</p>
17m07s	<p>P1: “O fundo do copo.” A1: “Isso, o fundo do copo, com tom rosado.” A2: “Roxo.” A1: “O sólido se dissolveu quase, totalmente, quase total.” A2: “O que foi?” A1: “Tem uma pessoa atrás de ti.” A2: “Que tem?” A1 e A3 ficam escrevendo suas respostas.</p>
18m10s	<p>A1: “Assim ó. Após os cinco minutos o sólido se dissolveu quase totalmente deixando a água, no fundo do copo, com cor, com cor roxa, barra, rosa e botei. É uma mistura, não é rosa, é roxo.” A1: “O que foi?”</p>
18m30s	<p>A1: “Agora tem que pedir outro copo para ele com água quente.” A1 começa a ler o procedimento da parte 3: “Coloque um grão de perman.” A3: “O professor. O professor.” fica chamando o P1: “O professor.” A2: “A gente vai ter que fazer o mesmo com água quente, e cinco minutos e tudo?” A4: “Não vai dar tempo.” A2: “Que horas bate?” A1: “Cinco e dez, eu acho.”</p>
18m51s	<p>A4: “Então vamos fazendo as questões, né.”</p>

20m04s	<p>A4 lê a questão sete: <i>“Por que a aparência após cinco minutos é diferente da aparência do sistema no início após a adição do sólido?”</i> A1 complementa: <i>“Porque o sólido já dissolveu.”</i> A4 completa junto: <i>“Já dissolveu.”</i> A4: <i>“Porque no final o sólido estava quase todo diluído.”</i> A4: <i>“Vai colocar ai mesmo?”</i> A1: <i>“Porque no final o sólido se dissolveu quase totalmente.”</i> A1: <i>“Quase por completo.”</i> A1 e A4 ficam escrevendo as respostas</p>
20m40s	<p>A1: <i>“Olha só aqui. Já respondeu a sete? começa a ler a questão 8: “Considerando o sistema depois de cinco minutos, por que a aparência da região do fundo do copo é diferente da aparência da superfície do líquido?” e complementa: “Porque o sólido não foi misturado.”</i> A4: <i>“E ele estava no fundo do copo, esta é a resposta.”</i> A1: <i>“É lógico que ele estava no fundo do copo. Está aqui na questão”</i> A3 fica pedindo a água quente P1 alcança a água quente para A4 A4: <i>“Porque a água não foi, que não foi.”</i> A1: <i>“Porque o sólido não foi misturado.”</i> A4: <i>“Como assim o sólido não foi misturado?”</i> A1: <i>“Não foi misturado. Ninguém misturou ele.”</i> Fazendo gestos com a mão de mexer a água com o palito. A4: <i>“Haaa! mas isso (fazendo o gesto de mexer a água) aqui é mexer não misturar.”</i> A2 encosta na água para ver se estava quente. A1: <i>“É a mesma coisa.”</i></p>
21m10s	<p>A4: <i>“Não é não.”</i> A1 e A4 escrevem nas folhas A2: <i>“Não tem quer dissolver? Peguem o coisinha ai e vamos dissolver.”</i> A1 e A4 continuam escrevendo. A2: <i>“O A3 me dá o.”</i> A1: <i>“O professor.”</i> A1 para A4: <i>“O que colocou agora</i> A4: <i>“Porque na superfície estava mais incensa porque foi.”</i> A1: <i>“Não é o contrário</i> A3 fica pedindo para A1 para começar a parte 3.</p>
21m50s	<p>A1 diz que não: <i>“Ainda não pois a gente ainda não respondeu as questões.”</i> A2: <i>“Tá. Mas a gente pode ir fazendo já, para não perder tempo.”</i> Resolvem começar a parte 3 e colam, depois de alguma demora para escolher um grão, o grão de permanganato de potássio na água quente.</p>
21m58s	<p>A1: <i>“Mas tinha que fazer isso depois. Vamos terminar isso aqui primeiro.”</i> A1: <i>“Oito. Porque o que? Não. O que tu colocou na oito? Porque a água?”</i> A4: <i>“Não foi mexida, com isso o sólido se concentrou no fundo. O A1!”</i></p>
23m10s	<p>A1 derruba o copinho contendo os grãos de permanganato Ficam recolhendo os grãos e gozando de A1 P1 começa a distribuir trabalhos corrigidos. Discutem um pouco sobre as folhas que receberam.</p>
24m03s	<p>A1 pega a folha novamente, apaga a resposta e começa a ler novamente A4 fica lendo a folha.”</p>
	<p>Fim da gravação</p>

Anexo 3:

Transcrições da atividade de dissolução do permanganato de potássio em água realizada no dia 30 de maio.

Transcrição

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar

Tempo	Falas e Ações
0m00s	A filmagem inicia com A3 e A2 se preparando para colocarem o permanganato de potássio na água quente. A1 e A4 estão escrevendo nas folhas.
0m47s	A1: “ <i>Olha o que eu coloquei. A água estaria totalmente colorida com a mesma intensidade de cor em toda água, pois estaria totalmente dissolvido.</i> ” A4: “ <i>Já eu acho que vou colocar diferente. Eu acho assim. A água já estaria toda colorida e com a mesma intensidade de cor em todos os espaços, pois já teria dado tempo para o permanganato já estaria no total e espalhado-se.</i> ” A1: “ <i>Pois já estaria totalmente dissolvido por motivo.</i> ” fica escrevendo e complementa: “ <i>Por motivo de tempo... Que já se passou.</i> ”
1m52s	P1 chega: “ <i>Não deixem esfriara a água.</i> ” A3: “ <i>Viu não deixem esfriar.</i> ” A1: “ <i>É que a gente ta fazendo as outras.</i> ” A3 coloca o grão de permanganato na água. A3: “ <i>Não deixem esfriar.</i> ” A1: “ <i>A3, no centro do copo.</i> ” A1: “ <i>Bota mais aqui que a gente tem que anotar o que está acontecendo.</i> ” A2: “ <i>tem que anotar quantos minutos, uma coisa assim?</i> ” A1: “ <i>Tinha de ter deixado um espaço, agora eu não sei onde escrever.</i> ”
2m16s	A4 lendo a questão 11: “ <i>Como você explica o fenômeno da dissolução?</i> ” A1: “ <i>Espera ai, não dá agora, tem que fazer isso aqui.</i> ” A1: “ <i>Início.</i> ” A3: “ <i>Vai desmanchando rápido.</i> ” A2 fala algo ao mesmo tempo que A3 que não foi possível captar no áudio. A3: “ <i>Ele desmancha rápido né? (Para A2)</i> ” A2: “ <i>Uma mancha roxa no fundo.</i> ” A4: “ <i>Mas não pede isso. A onde que pede?</i> ” A1: “ <i>Já é lá na 14.</i> ” “ <i>Não, depois da 14 na parte 3.</i> ” A4: “ <i>Parte três, a outra é a 15. Houve diferença nos sistemas da parte dois e da parte.</i> ” A1 interrompe.
2m47s	A1 lê ao procedimento 3: “ <i>Coloque um grão de permanganato de potássio em um copo contendo 50 mL de água quente e observe o sistema durante cinco minutos. Descreva suas observações.</i> ” A3: “ <i>É que isso tem que fazer agora, se não.</i> ” A1: “ <i>Marca cinco minutos.</i> ” A2: “ <i>Marca ai A3, estou sem relógio.</i> ” A3: “ <i>Duas e quinze, vai até as duas e vinte.</i> ” A3 para A1: “ <i>Duas e quinze no meu relógio.</i> ” A1: “ <i>É</i> ” A3: “ <i>Duas e dezesseis.</i> ” A4: “ <i>Tu deixou quanto de espaço? São quantas questões? São três questões? São três questões ainda?</i> ” A1: “ <i>nem sei. espera ai, espera ai.</i> ” A4: “ <i>É. Até a 14.</i> ” A1 escrevendo: “ <i>Aumenta</i> ” A3: “ <i>Vai até as duas e meia.</i> ” A1: “ <i>E vinte A3.</i> ” A4: “ <i>Tem umas perguntas nada a ver aqui.</i> ” A1: “ <i>Tá, como é que ficou a 11. Deixa eu ver como é a 11. Cadê a 11?</i> ”
3m48s	A1 lê a questão 11: “ <i>Como você explica o fenômeno da dissolução?</i> ” complementa: “ <i>Como você se explica? A1 não sabe e fica olhando para A4</i> ” A4: “ <i>Se explica, eu acho, através da solubilidade que cada substância tem a água, né?.</i> ” A1: “ <i>Tá, mas como se explica a solubilidade, solubilidade.</i> ” A4: “ <i>Haa, não sei.</i> ” A3 pede o material do outro experimento.

4m22s	<p>P1 pergunta se já haviam terminado o que estavam fazendo.</p> <p>A4: <i>“Professor a gente nem tinha terminado as outras questões.”</i></p> <p>P1: <i>“Como?”</i></p> <p>A4: <i>“Da primeira experiência a gente nem tinha terminado todas as questões. O senhor já pulou para essa.”</i></p> <p>P1: <i>“Tá, vão fazendo.”</i></p> <p>A1: <i>“Não faltou a 11, a 12, a 13.”</i></p> <p>A4: <i>“São 13, faltou a 11, 12, 13 e 14.”</i></p> <p>P1: <i>“Sim, mas vão fazendo.”</i></p> <p>A1: <i>“É que a gente tem que fazer os dois ao mesmo tempo.”</i></p> <p>A3: <i>“É que se não esfria.”</i></p> <p>P1: <i>“É que tinha de fazer enquanto a água estava quente. vai ficar cinco minutos parados que dá para ir fazendo as outras.”</i></p>
4m52s	A2: <i>“Como ela vai ficar, está bem mais roxo no fundo.”</i>
5m04s	<p>A2: <i>“Ele não se dissolve na água?”</i></p> <p>A4: <i>“Ele não está se dissolvendo?”</i></p> <p>A2: <i>“Ele não está se dissolvendo, fica só no fundo, não tem nada aqui para cima.”</i></p> <p>A4: <i>“Mas na outra aula também não tinha.”</i></p> <p>A3: <i>“O outro tinha sim.”</i></p> <p>A2: <i>“O outro tinha, estava bem em cima</i></p> <p>A1: faz um sinal de negativo com a mão.</p> <p>A1: <i>“Olha ele já está subindo.”</i></p> <p>A2: <i>“É. Agora ele começa a subir.”</i></p>
5m23s	<p>A4: <i>“Eu acho que após os cinco minutos ele vai ter subido bastante. que na água não subiu.”</i></p> <p>A1 fica escrevendo.</p> <p>A3: <i>“Olha está subindo tu viu?”</i></p>
5m57s	<p>A2: <i>“É eu vi. Que coisa estranha aquilo al..”</i></p> <p>A3: <i>“O A1 que coisa legal.”</i></p> <p>A1: <i>“Isso parece com a media player do computador...”</i></p> <p>A4: <i>“A guria também foi atingida pela febre da internet.”</i></p> <p>Ficam falando sobre a “febre” de A1, e A4 fica copiando o que A1 escreveu.</p>
7m07s	<p>A1 Lê a folha: <i>“Como você explica o fenômeno da dissolução?”</i></p> <p>A3: <i>“Deu, A1.”</i></p> <p>A1: <i>“Tem certeza?”</i></p> <p>A3 mostra o relógio.</p> <p>A1 escreve na folha, A4 também</p>
8m14s	<p>A4: <i>“Acho que até o final da aula a gente faz todas estas questões e mais a.”</i></p> <p>A1: <i>“A 11 a gente não sabe, não tem jeito.”</i></p> <p>A3: <i>“Posso misturar A1?”</i></p> <p>A1: <i>“Lógico que não.”</i></p> <p>A3: <i>“Mas a gente não vai continuar.”</i></p> <p>A1: <i>“Mas não é para misturar, deixa assim.”</i></p> <p>A1 lê a questão 12: <i>“As partículas de permanganato poderiam”</i></p> <p>A4: <i>“Como é que é? Qual a 12?”</i></p> <p>A1: <i>“É. Como você explica o fenômeno da dissolução? Essa a gente não sabe, então a gente deixa. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se movessem?”</i></p>
8m55s	<p>A4: <i>“O que vocês acham?”</i></p> <p>A4: <i>“Eu acho que sim, né. Porque se espalhou, não subiu a superfície, mas de um jeito ou de outro ela se espalhou porque não ficou só naquele cantinho, ela ficou em todo fundo do copo.”</i></p> <p>A1 fala algo que não foi possível transcrever, acho que era em relação ao copo</p> <p>A2: <i>“Olha só já está bem mais espalhada, já está todo cor de rosa.”</i></p> <p>A1: <i>“Agora vai espalhar mais.”</i></p> <p>A4: <i>“Na primeira.”</i></p> <p>A2: <i>“É que demorou para dissolver.”</i></p> <p>A1 fala algo sobre as questões</p> <p>A4: <i>“Tem a 13 e a 14.”</i></p>
9m34s	A2 fala das blusas de A1 e A4. E ficam falando disso
9m54s	A4: <i>“Vamos estudar.”</i>

10m09s	<p>A1: <i>"Vamos lá."</i> A4: <i>"O que nos poderíamos colocar assim."</i> A4: <i>"Sim. Pois mesmo a gente não mexendo, a, ah..."</i> A1: <i>"Não, ah."</i> A4: <i>"...Ocorreu a coloração do líquido, né."</i></p>
13m22	<p>P1 fala sobre a lista para botar a nota da disciplina para ganhar ponto da gincana. Ficam falando sobre o ponto, A4 copia a última observação a depois dos cinco minutos.</p>
16m01	<p>A1: <i>"Doze então. As partículas. Sim, pois mesmo sem mexer."</i> A4: <i>"Ele não pergunta por que. É engraçado que ele só pergunta. Lê bem a questão. Você acha, sim, se eu colocar sim ele tem que considerar certo, ele só perguntava se eu achava ou não."</i> A1 fica lendo a questão novamente A3 fala sobre os pontos da gincana, preocupada com anota de química, pois depois do projeto teria matéria de química que é muito difícil. Diretor do colégio fala na caixa de som. A1 fica escrevendo enquanto dá a mensagem do diretor.</p>
19m13s	<p>A4 lendo a questão de A1: <i>"O líquido as partículas permanecem, como assim?"</i> A1: <i>"Mesmo sem mexer o líquido as partículas de permanganato."</i> A4: <i>"Ah, tá."</i> A4 termina de copiar resposta de A1 Voltam a falar das notas P1 fala para escolherem bem a disciplina e saberem os critérios dos professores. Continuam falando das notas</p>
20m42s	<p>A4: <i>"Vamos cuidar logo da 13."</i> A4 lendo a questão 13: <i>"Quando se descasca uma bergamota é praticamente impossível evitar que alguém não perceba o cheiro da fruta. Em que se baseia fenômeno do cheiro se espalhar?"</i> A1: <i>"Porque as partículas do ar e as do cheiro."</i> fica gesticulando com o lápis fazendo movimentos circulares como se indicando que estão se movendo A4: <i>"As partículas do cheiro da bergamota se espalham pelo ar."</i> A1: <i>"Nas partículas do ar."</i> A4: <i>"Sim né."</i> A1 e A4 escrevem</p>
21m43s	<p>Continuam falando das notas, A4 continua escrevendo e conferindo a resposta de A1: <i>"Quatorze, (lê a questão) Por que o cheiro é menos perceptível no inverno?"</i> complementa com uma resposta que não foi possível captar no áudio A4: <i>"Eu acho porque."</i> fica escutando a resposta de A1 A4: <i>"Não, eu vou colocar assim, porque, porque o ar no inverno dificulta a, a..."</i> A3 fala algo que tira A4 da resposta. A4 voltando a formular sua resposta: <i>"...Porque assim, porque no inverno o ar ele."</i> A1 complementa A1: <i>"Ele se mexe."</i> A4: <i>"Não, eu não vou especificar, pois eu não sei o tipo de ar que é no inverno. Então eu vou falar. (risos) A1 comenta algo</i> A4 continuando seu raciocínio anterior: <i>"É são totalmente diferentes. Então eu vou colocar assim. No inverno ah, (pausa) eu não sei o que vou colocar. (pausa) Tem mais dificuldades de se espalhar no inverno. Porque as partículas de tangerina."</i> A1: <i>"Está dito aqui que tem mais dificuldade, está na questão."</i> (risos) <i>"Porque o cheiro é menos perceptível no inverno?"</i></p>
22m04	<p>A4: <i>"Mais perceptível."</i> A1: <i>"Menos perceptível."</i> A4: <i>"É mas, (lê a folha) é menos."</i> Risos A1 e A4 falam do sotaque de A4 que falou "mas" ao ler "mais"</p>
	<p>A4: <i>"Porque o tipo de ar no inverno auxilia, é."</i> A1: <i>"Se enrolou bonito agora."</i> A4: <i>"Eu vou colocar assim. Que o tipo de ar no inverno dificulta a."</i> A1: <i>"Mas é isso que diz na questão."</i> A2: <i>"Qual é questão? O que diz</i> A1: <i>"Por que o cheiro é menos perceptível no inverno?"</i> A2: <i>"Por causa do frio e do vento."</i></p>

25m26s	<p>Voltam a falar das notas A4 fica escrevendo A4: <i>“Eu coloquei assim. Porque o frio e o vento que tem no inverno dificulta que as partículas do cheiro da bergamota se espalhe interferindo assim na intensidade do cheiro. Pronto, deu, é isso aí.”</i> A1: <i>“Me empresta.”</i> A1 fica copiando a resposta de A4</p>
28m23s	<p>Ficam falando sobre outros assuntos, e sobre o material da próxima experiência. A4: <i>“O A1 não tem espaço para responder.”</i> A4: <i>“Professor, ia começar essas aqui, mas não tem espaço para responder essa quatro. Eu posso colocar elas para cá?”</i> P1 fala que sim. A1: <i>“Pode, pode.”</i> P1 brincando: <i>“Claro que não, apaguem tudo e escrevam de novo.”</i> P1: <i>“É só colocar o numerosinho certo.”</i></p>
29m23s	<p>A2 e A1 conversam sobre fotos e A4 fica escrevendo A4: <i>“Estou fazendo a quinze já. (lê a questão) Houve diferença nos sistemas da parte dois e da três após os cinco minutos?”</i> A1: <i>“Qual? (complementando A4) Vamos ver.”</i> A4: <i>“Porque na parte dois a coloração dada pelo permanganato não subiu a superfície e na parte três sim.”</i> A1: <i>“Calma. Na parte dois (lê a resposta) Após os cinco minutos o sólido se dissolveu quase totalmente deixando a água, no fundo do copo, com cor roxa, rosa. Já na outra (lê a resposta) No fundo do recipiente há uma intensa coloração roxa, e mais na superfície uma coloração mais clara.”</i></p>
30m51s	<p>A4: <i>“Sim, mas a diferença.”</i> A1 interrompendo A4: <i>“A diferença é que na primeira ela ficou no fundo e na segunda.”</i> A4 interrompe: <i>“Isso eu acabei de falar.”</i> A1 e A4 escrevem as respostas, A1 conversa com A2 A1 volta para a questão: <i>“Houve diferença nos sistemas. Na parte dois a coloração ficou apenas.”</i> A4 lê sua resposta: <i>“A diferença é que na água fria, entre parênteses parte dois, a coloração provocada pelo permanganato não subiu para a superfície e com a água quente, que é a parte três ela subiu.”</i> A1: <i>“tu fala muito.”</i> A4: <i>“Falo que nada, estou fazendo minhas questões quieta aqui.”</i></p>
31m38	<p>A1 fica escrevendo a resposta da 15 enquanto A4 lê a questão 16 e começa a responde-la. A1 começa a ler a questão 16: <i>“Quem é responsável pela cor.”</i> A4 interrompe respondendo: <i>“A temperatura.”</i> A1 continua lendo a questão: <i>“...se espalhar mais rápido na parte três? e complementa Ahh, lógico.”</i></p>
32m36s	<p>A1 e A4 ficam escrevendo A2, A1 e A4 falam sobre tipos de secretárias. A1: <i>“Dezessete. O que ocorre. que horas são? O que ocorre com a velocidade, me perdi agora. O que ocorre com a velocidade que as partículas se movem no interior do líquido com o aumento da temperatura?”</i> A4: <i>“Ela aumenta.”</i> A1: <i>“Espera aí. O que ocorre com a velocidade. Ela aumenta lógico.”</i></p>
33m03s	<p>A1 e A4 escrevem A2: <i>“Falta pouco para terminar agora.”</i> A4: <i>“Só falta uma agora.”</i> A1: <i>“Só a 18.”</i> A4: <i>“É.”</i> A1: <i>“Só que é a, b, c, d, e. Não, não é. Esquece. representando as partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas.”</i> A4: <i>“Ahhh.”</i></p>
33m39s	<p>A1: <i>“O sólido permanganato de potássio.”</i> A1 desenha na folha A1: <i>“Olha só. O sólido, cada a pergunta.”</i> A4: <i>“Eu não entendi mais nada.”</i></p>

34m07s	<p>A1: “O sólido permanganato de potássio, eu desenhei ele assim ó. É um sólido cheio de partículas.” A4: “Tá doida.” A1: “O b agora, a água líquida. Ahh, como eu vou fazer, vai ser isso aqui, ó.” desenha na folha. A1: “A solução do copo 1. Qual era o copo 1?” A3: “Não vai ter que desenhar um copo.” A1: “Espera ai, solução do copo um.” e fica lendo as folhas procurando onde diz copo 1. A4: “Não é assim A1.”</p>
34m30s	<p>A1 para P1: “O que tem que fazer na última?”</p>
34m36s	<p>P1 desloca-se em direção ao quadro</p>
35m11s	<p>A1: “O que é aquilo no quadro?” A3: “Um desenho.” P1: “você estão fazendo a 18.” Alunas: “Sim.” P1: “Vocês tem que representar as partículas por bolinhas.” mais alguma coisa que não foi captada pelo áudio A4: “Ahh?” não estava escutando. A3: “Fala mais alto.” A4: “Tem muito barulho, pede para ficarem quietos.” A1: “Imagine se pudesse pegar um microscópio super potente.” P1: “E fazer um zoom. Então vai imaginar então, que está cheio de bolinhas. Vocês vão fazer representações como é que estariam estas bolinhas.”</p>
35m11s	<p>A1 mostrando a folha: “Assim ó.”</p>
35m11s	<p>A4: “Não é assim, tá vendo.”</p>
35m11s	<p>P1: “Então como estriam as partículas no estado sólido, líquido.”</p>
35m11s	<p>P1 fala algo que não foi possível transcrever direito: “Então como ficam as bolinhas? Vocês já sabem alguma coisa sobre as propriedades das substâncias, tente usar isso para desenhar as bolinhas, bolinhas, bolinhas.” P1 entre o roteiro da próxima atividade.</p>
35m11s	<p>A1: “Juntas? Ou separadas?”</p>
35m11s	<p>P1: “É isso que eu quero saber. Como elas vão estar?”</p>
35m11s	<p>A4: “Eu acabei terminando sem entender.”</p>
35m54s	<p>A4 pergunta sobre a próxima experiência</p>
35m54s	<p>A1: “Eu não sei fazer a 18.”</p>
35m54s	<p>A4: “Eu também não sei.”</p>
35m54s	<p>A1: “É um absurdo.”</p>
35m54s	<p>A2: “Como é que é? Espera ai.”</p>
36m12s	<p>A1: “Eu não sei, também como é que é.”</p>
36m12s	<p>A2: “Mas você não pediu para explicar como era a pergunta.”</p>
36m12s	<p>A1: “Ele explicou, mas eu não entendi. (pausa) Bolinha, bolinha, bolinha, foi isso que eu fiz. (riso nervoso) ...A pergunta é na outra. O líquido, a água líquida. Sei lá a água líquida (mais alguma coisa que não foi possível transcrever) ”</p>
36m46s	<p>A2: “O que tem, o que diz ai.” Tentando ajudar, já que A1 e A4 estavam fazendo sozinhas e A2 e A3 nem estavam lendo as questões - havia uma folha só para o grupo, A4 tinha outra folha pois era de grupo diferente.</p>
36m46s	<p>A1: “O professor, não consigo fazer a 18.”</p>
36m46s	<p>A4: “Eu também não. Não entendi.”</p>
36m46s	<p>A1: “Também não.”</p>
36m46s	<p>P1: “Como vocês acham... (ia perguntar como acham que estão as partículas, mas isso já está escrito na folha, então interrompe a frase para perguntar outra coisa) ...O que vocês viram no experimento. Ahh, Ahh. Como vocês disseram assim que acontecia, como vocês explicaram a dissolução?”</p>
36m46s	<p>A1: “Como a gente explicou, não, a gente não explicou. Foi a única que a gente não fez.”</p>
36m46s	<p>A1 para A4: “É a 11 sabe aquela?”</p>
36m46s	<p>A1: “Como você explica a ocorrência do fenômeno da dissolução?”</p>
36m46s	<p>A3 fica pedindo para P2 o material para a outra experiência o tempo todo sem parar, até que A1 se incomoda.</p>
37m17s	<p>A1: “A3 vamos fazer uma coisa de cada vez.”</p>
37m17s	<p>A3: “Sim senhora.”</p>
37m17s	<p>A1: “Obrigada.”</p>

37m21s 37m21s	<p>A3: “De nada.”</p> <p>P1 volta ao grupo para se sentar e ajudar o grupo a resolver as questões que estão em dúvida.</p> <p>P1: “Para explicar o fenômeno da dissolução.”</p> <p>A1: “Foi a única que a gente não fez.”</p> <p>P1: “Por que não?”</p> <p>A1: “Porque a gente não sabe como explicar a dissolução.”</p> <p>P1: “O que aconteceu com o permanganato?”</p> <p>A4: “Eu falei assim, mas ela (A1) disse que não. Eu falei que com a dissolução o permanganato foi se dissolvido na água.” A1 interrompe</p> <p>A1: “Mas isso é lógico.”</p> <p>A4 continua: “...Junto com a temperatura, mas daí é lógico.”</p> <p>P1: “Então é assim. A gente sabe que aumenta a dissolução com a temperatura, pois a gente já tinha visto antes, tá. (no experimento de solubilidade das substâncias) Mas o que é o fenômeno da dissolução a final de contas? não é processo de... P1 interrompe para chamar atenção de alguns alunos Tá, o fenômeno em si, ele assim, se agente botava permanganato, o que acontecia com ele na água?”</p>
38m13s	<p>A1: “Se dissolvia.”</p> <p>P1: “Se dissolvia, tá. E o que tu conseguia ver? O que vocês viam?”</p> <p>A4: “A cor se espalhando.”</p> <p>P1: “A cor se espalhando, então, a cor se espalhando significa que o permanganato está...” A1 interrompe</p> <p>A1: “Se dissolvendo.”</p> <p>A4: “Se dissolvendo.”</p> <p>P1: “Se dissolvendo.”</p> <p>A3: “Se dissolvendo.”</p> <p>P1: “Então o que está acontecendo? Quem é responsável pela cor segundo a resposta que vocês colocaram aí?”</p> <p>A1: “A temperatura.” A4 também fala algo que não é captado no áudio</p> <p>P1: “Não, a cor, quem dá a cor?”</p> <p>A4: “O permanganato.”</p>
38m35	<p>A1: “É, o permanganato.”</p> <p>P1: “É o permanganato, não é a água, né? É o permanganato. (A1 e A4 concordam) Se a cor está se espalhando, quem está se espalhando?”</p> <p>A4: “O permanganato.”</p> <p>A1: “O permanganato.”</p> <p>P1: “Vocês estavam mexendo o copo, ou não?”</p> <p>A1 e A4: “Não.”</p> <p>P1: “Então o permanganato estava se mexendo, (se corrige) se espalhando sozinho.”</p> <p>A1: “Aha (sim) A4: “É.”</p> <p>P1: “Isso não é a dissolução dele?”</p> <p>A4: “Sim.”</p> <p>A1: “É as partículas de permanganato, a, a, qual a pergunta.”</p> <p>P1: “As partículas de permanganato fazendo o que?”</p> <p>A1: “Se espalhando na água.”</p> <p>P1: “No líquido. Isso. Isso é o fenômeno da dissolução.”</p> <p>A1: “Ta, mas daí pergunta, espera aí, (lê a folha) Como se explica a ocorrência do fenômeno da dissolução? (e complementa) No geral, a gente vai dizer que o sólido se espalha (se engasga) no líquido.”</p> <p>P1 enquanto A1 está engasgada e corrigindo A1: “As partículas, as partículas, o que as.” A1 interrompe, A4 fala algo que não foi captado no áudio.</p> <p>A1: “As partículas do sólido se dissolvem, se espalham... pelo líquido.”</p>
39m15s	<p>P1 enquanto A1 está terminando sua resposta: “Se espalham pelas do líquido.”</p> <p>A1: “Espera aí professor, não sai daí.” A1 e A4 escrevem nas folhas.</p> <p>P1: “Não é isso?”</p> <p>A4: “Se espalhando pelo líquido, é isso?”</p> <p>P1: “Espalhando pelo líquido.”</p>
39m34s	<p>A1 e A4 escrevem nas folhas</p> <p>A4: “É só isso.”</p>

39m50s	<p>P1: "Tá."</p> <p>A1: "Tá, e agora."</p> <p>P1: "Se vocês não estavam mexendo o líquido, né? Ahaa" A1 interrompe</p> <p>A1 lê a resposta que tinha colocado: "Sim. Pois mesmo se mexer as partículas irão se dissolver. Foi a resposta da próxima questão."</p> <p>P1: "O que era a próxima mesmo?"</p> <p>A1: "A próxima perguntava. As partículas de permanganato poderiam se espalhar se as partículas do líquido não se mexessem, movessem? Sim. Pois mesmo sem mexer o líquido as partículas" P1 interrompe</p> <p>P1: "Tá. Assim. Mas tu está dizendo, sem mexer o líquido. Estou perguntando agora, se as partículas do líquido não se mexessem, será que as de permanganato poderiam se mexer dentro do líquido? Essa é a pergunta."</p> <p>A1: "Sim, eu acho."</p> <p>A4: "Se não, não teriam se espalhado. não. Espera aí"</p> <p>P1: "Não, se espalham...."</p> <p>A1: "Ai." risos, balançando a cabeça com a confusão</p> <p>P1: "Se elas se espalharam é porque tem movimento."</p> <p>A1: "Aha (sim)</p>
40m34s	<p>P1: "Se você larga um grãozinho de permanganato a cor se espalha em cima da mesa?"</p> <p>A4: "Não"</p> <p>P1: "Não. Se largou na água ele se espalhou."</p> <p>A1 vai falar algo mas A4 pede para ela ficar quieta para terminar de escutar P1</p> <p>P1: "Onde estava se movendo?"</p> <p>A1: "Assim ó professor. Se as partículas do líquido não se movessem não teria como se dissolver. É isso?"</p> <p>P1: "Eu estou perguntando, é essa a pergunta."</p> <p>A1: "E eu estou respondendo, não teria como."</p> <p>P1: "É, isso é o que nós vamos conferir, porque antes vocês tinham botado uma outra." A1 interrompe</p> <p>A1: "Que sim, o contrário."</p> <p>A4 balança a cabeça</p> <p>P1: "Então, assim, pensem, para poder se movimentar. Pensem em um ônibus cheio, cheio, cheio."</p> <p>A1: "tá bom" risos e apaga a folha</p> <p>A4: "Vou pensar" Fecha os olhos</p> <p>P1: "Tu está lá na frente, e quer ir lá para o fundo. Se as pessoas não derem lugar para ti, tem como se mexer?"</p> <p>A4: "Não."</p>
41m22s	<p>P1: "Dentro do ônibus? Não. Na medida que o pessoal do fundo vai descendo tu consegue ir descendo junto, pois os outros se mexem. Então, só pode se mexer porque tem que ter espaço para se mexer. Então assim, quem estava se mexendo ali assim, eram as partículas de água, não eram?"</p> <p>A1: "Sim."</p> <p>P1: "Só que a gente não está vendo."</p> <p>A4: "Ahh, então." pega a folha</p> <p>P1 continua falando: "Como a gente consegue ver isso? Pela própria dissolução do permanganato, que ali tem cor."</p> <p>A4: "Então a resposta é não ele não conseguiria se, (pausa) se dissolver."</p> <p>P1: "Se dissolver."</p> <p>A1 escrevendo sua resposta: "Não, pois para o permanganato se dissolver."</p> <p>A4: complementa: "O líquido deveria estar se movendo."</p> <p>P1: "Tem que estar se movendo. E que acontece com a temperatura então? A dissolução foi mais rápida ou não?"</p>
41m49s	<p>A1: "Oi?" Estava desatenta pois estava escrevendo</p> <p>P1: "Quando tu colocou água quente, a cor se espalhou mais fácil ou mais difícil?"</p> <p>A1: "Mais fácil."</p> <p>P1: "Então o que acontece com a velocidade com que as partículas estão se movendo?"</p> <p>A4 e A1: "Aumentam."</p> <p>P1: "Aumentam, né?"</p>
42m00s	<p>A1: "Isso a gente colocou, tá agora aqui. Agora pergunta aqui, lê a folha Representando as</p>

42m47s	<p><i>partículas por bolinhas, desenhe como você imagina os sistemas a seguir indicados. A) o sólido permanganato de potássio.</i></p> <p>P1: <i>“Quais as características do sólido? Vamos pensar do estado sólido, então.”</i></p> <p>A1: <i>“Sólido.”</i></p> <p>P1: <i>“Tá”</i></p> <p>A1: <i>“É sólido, (risos) como eu vou explicar o sólido.”</i></p> <p>P1: <i>“Vamos pegar um sólido, por exemplo, vamos pegar este palito, né. Qual a forma dele? (P1 arranca a cabeça do palito para ficar somente com a parte de madeira) Madeira, certo?”</i></p> <p>A1: <i>“Certo.”</i></p> <p>P1: <i>“Sólido, sólido sólido. Ele tem. Se eu fizer assim vai mudar a forma dele? P1 inclina a mão que segura o palito para que ele mude de uma posição vertical para uma posição horizontal</i></p> <p>A4 <i>que estava escrevendo até agora começa a prestar atenção</i></p> <p>A1: <i>“Não, a forma é constante e o volume também.”</i></p> <p>P1: <i>“Isso tá. E o que acontece? Por que isso será? Como estão as partículas ali assim para, ah?”</i></p> <p>A1: <i>“Agrupadas (faz gesto unindo as mãos), vamos dizer assim.”</i></p> <p>P1: <i>“Elas estão se movendo aqui no sólido?”</i></p> <p>A1: <i>“Não.”</i></p> <p>P1: <i>“Não, então por alguma coisa, elas não podem se mover. P1 pega uma garrafa com água. E no líquido elas se movem?”</i></p> <p>A1 <i>faz sinal de positivo com a cabeça: “É lógico.”</i></p> <p>P1 <i>fica mexendo a garrafa</i></p> <p>P1: <i>“Tem que se mover, se não, não ficariam nesta forma, se bota assim (mexendo a garrafa) fica nesta forma. Se eu abrir aqui assim vai molhar toda classe. Então tem alguma coisa diferente nas partículas do líquido e nas partículas do sólido. Então tentem representar isso.”</i></p>
43m11s	<p>A1: <i>“Tá, mas então, o sólido permanganato de potássio.”</i></p> <p>P1: <i>“Como será que estão as bolinhas no sólido?”</i></p> <p>A4: <i>“Então no sólido eu vou colocar uma bola.”</i></p> <p>P1: <i>“Não, é uma bola só?”</i></p> <p>A4: <i>“Sim, só ele. *Não, tá, ah não.”</i></p> <p>*P1: <i>“Não, se não” enquanto A4 fala</i></p> <p>A4: <i>“Elas estão agrupadas</i></p> <p>P1: <i>“Seria um monte de bolinhas.”</i></p> <p>A4: <i>“Um monte de bolinhas agrupadas.”</i></p> <p>P1: <i>“Pode ser.”</i></p> <p>P1: <i>“Como estão as bolinhas agora da água?”</i></p> <p>A1: <i>“As bolinhas da água estão.” A2 interrompe</i></p> <p>A2: <i>“Parece uma flor.”</i></p> <p>A1: <i>“O que foi?”</i></p> <p>A2: <i>“Parece uma flor.”</i></p> <p>A4 <i>“Estão dispersas.”</i></p> <p>P1: <i>“Pode ser uma representação, elas podem estar mais separadas. Lembrem-se que vocês estão fazendo as primeiras idéias sobre a constituição das partículas.”</i></p> <p>A1: <i>“Tá, e a solução do copo 1. Que copo 1 é esse?”</i></p> <p>P1: <i>“É aquele primeiro copo, mais escuro. (pausa) Vai ter água e permanganato agora, vai ter que ter bolinha de água e bolinha de permanganato.”</i></p>
44m00s	<p>A1: <i>“Mas mesmo assim elas estão separadas.”</i></p> <p>P1: <i>“Tá, mas quem que é água e quem é permanganato aí?”</i></p> <p>A1: <i>“Sei lá, vamos botar assim desenha na folha (risos) Pronto, este é o permanganato e aquela ali é a água.”</i></p>
44m18s	<p>P1: <i>“Tem que fazer agora do copo 2.”</i></p> <p>A4: <i>“Qual é a solução do copo 2?”</i></p> <p>P1: <i>“Aquele...” A1 interrompe</i></p> <p>A1: <i>“Aquele que era um pouco mais claro, né?”</i></p> <p>P1: <i>“...Que se pegava 5 mL do copo 1 e colocava no copo 2.”</i></p> <p>A1: <i>“Mas é tudo a mesma coisa então?”</i></p> <p>P1: <i>“o que vai diminuindo?”</i></p> <p>A1: <i>“O permanganato”</i></p> <p>A4 <i>ao mesmo tempo: “A quantidade de permanganato.”</i></p>

45m02s	A1: <i>"Deixa eu fazer mais bolinhas."</i> A1 e A4 ficam escrevendo - desenhando
45m24s	A1: <i>"A solução do sistema da parte três (é parte dois) após 5 minutos. A parte três ficou meia, bastante permanganato, bem dissolvido, então."</i> fica desenhando na folha. P1: <i>"Então, por que vocês botaram espaço entre as bolinhas?"</i> A1: <i>"Porque é líquido."</i> P1: <i>"Ta, mas por que no líquido tem espaço?"</i> A1: <i>"Porque as partículas se movem."</i> P1: <i>"Ta, então assim, a idéia de vocês colocarem este espaço é que as partículas se movem, né?"</i> A1: <i>"É."</i> A1: <i>"E era essa a moral da questão 18?"</i> P1: <i>"Sim."</i> A4: <i>"Como assim, a solução do copo? Professor."</i> P1: <i>"Como?"</i> A4: <i>"Como assim, a solução do copo?"</i> P1: <i>"Copo?"</i> A4: <i>"Copo 3, a tá."</i>
45m51s	P1: <i>"O mais clarinho. É o mais clarinho de todos."</i> A4: <i>"Com menos partículas"</i> A1 e A4 ficam discutindo porque A4 falou "menos"
46m40	A3 mandou elas pararem e pediu para P1 escolher um número para levar elas embora de presente. A4 fica escrevendo na folha e olhando também para a folha de A1 A4: <i>"Como assim, como é para fazer a f? (A1 mostra a folha para A4) Tem mais partículas de, de permanganato do que água?"</i>
46m57s	A1: <i>"Professor, na letra f, tem mais água do que permanganato?"</i> P1: <i>"Sempre tem mais água do que permanganato. Lembrem que tinha um copo cheio de água..."</i> A3 fala e não dá para escutar P1, provavelmente era: <i>"e um grãozinho de permanganato."</i> A2 e A3 ficam se preparando para a próxima experiência enquanto A1 e A4 continuam escrevendo (desenhando)
48m00s	Terminam de escrever

Anexo 4

Material de apoio e transcrições da atividade de expansão do ar por aquecimento realizada no dia 30 de maio.

material de apoio:

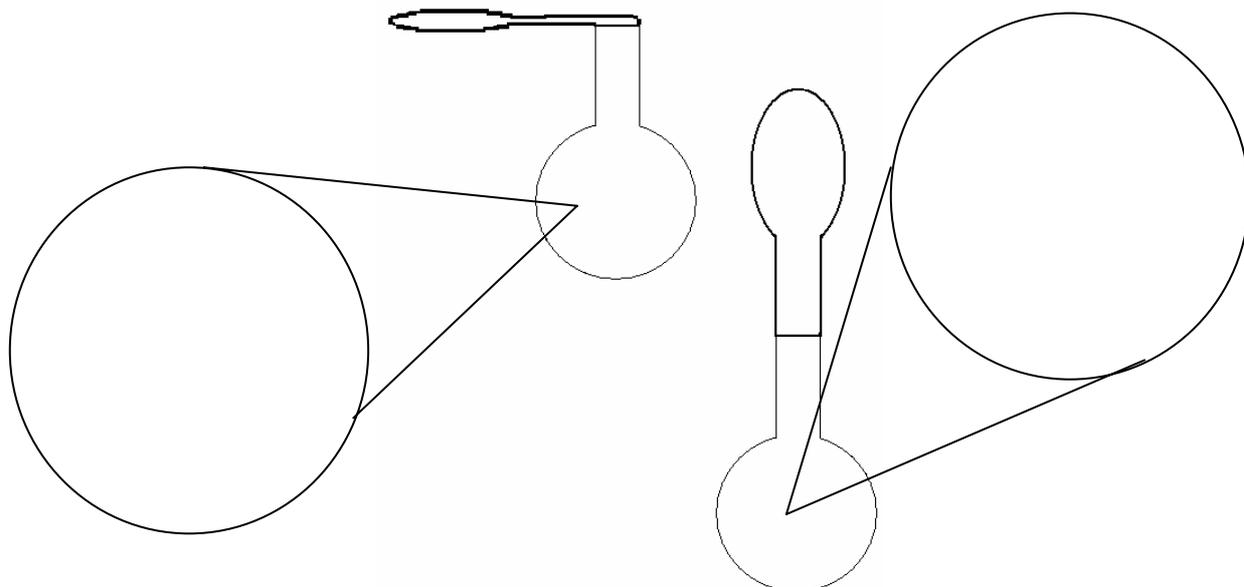
Estudo das substâncias frente ao aquecimento

Na atividade anterior você começou a utilizar e construir a idéia de pequenas partículas ou corpúsculos como constituintes das substâncias. A qual possibilitou criar explicações para o fenômeno da dissolução das substâncias. Nesta atividade continuaremos utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias para criar explicações para fenômenos relacionados ao aquecimento de substâncias.

Material: frasco de vidro, fonte de aquecimento, balão de festa.

Procedimentos e questões:

1. Você recebeu um frasco de vidro, existe alguma coisa dentro dele?
2. Prenda o balão de festa na boca do frasco de vidro. Aqueça a base do frasco de vidro em torno de três a cinco minutos, tome cuidado para não encostar o fogo no balão de festa. Descreva o que está ocorrendo.
3. Por que o balão de festa ficou inflado?
4. É possível passar alguma substância para dentro do frasco de vidro quando este é aquecido?
5. Na questão 1 foi perguntado se havia algo dentro do frasco, visualmente não se consegue enxergar “coisa” nenhuma dentro do frasco, porém deve-se lembrar que o ar é invisível. Sabendo disso, o que tem dentro do frasco de vidro?
6. O que aconteceu com o ar dentro do frasco de vidro quando esse foi aquecido?
7. Faça representações (desenhos) explicativas para como estariam as partículas de ar no frasco de vidro antes e depois do aquecimento.



8. Utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias, explique como o balão de festa ficou inflado.

Transcrição

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar

Tempo	Falas e Ações
0m00s	<p>A1 e A4 estão terminando de responder as questões da atividade anterior. A2 e A3 já estão com o material da atividade.</p> <p>A1 pede para A2 e A3 esperarem para ela e A4 lerem a folha com as instruções</p> <p>A1 fica lendo a folha para A3: <i>“Estudo das substâncias frente ao aquecimento. Na atividade anterior você começou a utilizar e construir a idéia de pequenas partículas ou corpúsculos como constituintes das substâncias. A qual possibilitou criar explicações para o fenômeno da dissolução das substâncias. Nesta atividade continuaremos utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias para criar explicações para fenômenos relacionados ao aquecimento de substâncias”.</i></p> <p>A3 pergunta para p1 se já dá para acender a vela.</p> <p>P1 pergunta se já haviam respondido a questão 1.</p> <p>A2: <i>“Tem que responder primeiro a questão 1.”</i></p> <p>A1 continua lendo a folha: <i>“Material: frasco de vidro, fonte de aquecimento, balão de festa.”</i></p> <p>A3: <i>“Está aqui.”</i></p> <p>A1: <i>“Procedimentos e questões. 1. Você recebeu um frasco de vidro, existe alguma coisa dentro dele?”</i></p>
0m37s	<p>A2 e A4: <i>“Não.”</i></p> <p>A1 escreve.</p> <p>A2: <i>“Dentro dele não, só fora.”</i></p> <p>A4 comenta que ia escrever na folha só que ela não tem mais. (está junto com o grupo)</p> <p>A1 continua a ler: <i>“Prenda o balão de festa na boca do frasco de vidro. Aqueça a base do frasco.”</i></p> <p>A2: <i>“É para fazer?”</i></p> <p>A1: <i>“Ainda não, espera eu terminar de ler.”</i> continua lendo a folha: <i>“Aqueça a base do frasco de vidro em torno de três a cinco minutos, tome cuidado para não encostar o fogo no balão de festa. Descreva o que está acontecendo. por que o balão de festa ficou inflado?”</i> e comenta: <i>“Esta dizendo o que está acontecendo.”</i> continua a ler: <i>“É possível passar alguma substância para dentro do frasco de vidro quando este é aquecido?”</i> comenta: <i>“Não.”</i></p>
1m12s	<p>Enquanto A1 está lendo A2 pergunta se já pode iniciar o aquecimento, A1 faz sinal de positivo com o dedo.</p> <p>A1 continua lendo: <i>“Na questão 1 foi perguntado se havia algo dentro do frasco.”</i> continuando a leitura em silêncio.</p>
1m21s	<p>A2 e A3 gritam porque não conseguem acender a vela.</p> <p>A1: <i>“Espera ai vocês estão loucas.”</i> enquanto apaga a folha</p> <p>A4: <i>“Abaixa o fósforo primeiro.”</i></p> <p>A1: <i>“Escutem, escutem. A gente não está se ligando, olha só aqui.”</i> e lê a questão 1: <i>“Você recebeu um frasco de vidro, existe alguma coisa dentro dele?”</i> e comenta: <i>“É lógico. Ar”</i></p> <p>A4 se levanta para ver o que A1 escreveu</p> <p>A1: <i>“Tem ar dentro. É lógico que existe ar.”</i></p> <p>A4: <i>“Existe ar.”</i></p>
1m44s	<p>Começam a aquecer o frasco</p> <p>Comentam sobre o procedimento para segurar a vela mais de pé, para não encostar no balão, etc. A1 marca o tempo no relógio</p> <p>A2 diz que o frasco esta ficando preto.</p> <p>A1: <i>“o que está acontecendo? Está parecendo e começa a rir não sendo possível transcrever o que ela falou.</i></p>
2m31s	<p>A4: <i>“Mas eu acho que é porque a boca deste balão está torta.”</i></p> <p>A4 se levanta e fica segurando o balão de festas para cima.</p> <p>Acabam tirando o balão da boca do frasco.</p>
3m10s	<p>Voltam a aquecer o frasco.</p> <p>A2: <i>“Deixa mais baixinho.”</i></p> <p>A3: <i>“Não adiantou nada.”</i></p>
4m12s	<p>A1: <i>“A gente, o A3, a gente tem que esperar porque são cinco minutos, não um segundo.”</i></p> <p>A1 : <i>“O que está acontecendo? Nada.”</i> ri</p>

5m00s	Está demorando mais para inflar o balão pois eles retiraram o balão e o recolocaram com o frasco ainda quente. Assim a dilatação do volume do ar não será tão grande.
5m15s	O balão fica na vertical. fazem brincadeiras sobre o balão que estava “duro” A1: <i>“Dois minutos.”</i> A3: <i>“Deu?”</i> A1: <i>“Faltam dois minutos.”</i> A1 comenta, pergunta para P2: <i>“Ele não vai passar disso, não é? Provavelmente.”</i> A4 para P2: <i>“Ele não vai passar disso.”</i> A4: <i>“Olha A1, a próxima. Por que o balão de festa ficou inflado? Eu acho que a temperatura impulsionou o ar que estava dentro do frasco e encheu o balão.”</i> A1 já vai falando antes de A4 terminar: <i>“É tá, tá, é isso aí.”</i>
6m16s	A1 fica escrevendo a resposta A1: <i>“Impulsionadas, existe esta palavra?”</i> A4: <i>“Ha?”</i> A1: <i>“Impulsionadas, existe esta palavra?”</i> A4: <i>“Claro que existe, né.”</i> A4 fica observando A1 escrever. A3: <i>“Deu A1?”</i> A1 olha para o relógio A4: <i>“Só falta tu colocar que foi impulsionada para dentro do balão.”</i> A1 balbucia algo A4: <i>“Ficaria mais claro.”</i> A1: <i>“Deu, deu.”</i> A1: <i>“Porque a alta temperatura fez com que o ar que estava no interior do balão fosse impulsionado, fazendo o balão inflar.”</i> A4: <i>“Fosse impulsionado para onde? É isso que eu estou querendo dizer.”</i> A1 e A4 comentam mais alguma coisa que não foi possível transcrever porque A3 estava gritando, que termina A4: <i>“...até pode ser.”</i>
6m52s	A3: <i>“Olha como fica. Olha como ele fica.”</i> A1 lendo a folha: <i>“É passar alguma substância”</i> ficam brincando com a aparência do balão e com a fuligem do frasco.
8m05s	A1 lendo a folha: <i>“É possível passar alguma substância para dentro do frasco.”</i> terminando a leitura em silêncio. A1 complementa: <i>“Não, né.”</i> A4: <i>“E tu acha que não.”</i> A1: <i>“Eu acho que não. Como vai passar?”</i> A4: <i>“Através da, da, de... (pausa) ... do ar quente.”</i> Durante a pausa de A4 A1 fala algo que não foi possível captar no áudio.
8m38s	A1 fala algo que não foi possível transcrever que termina: <i>“.. já tinha ar.”</i> A4: <i>“É não, né?”</i> A1 lê a questão 5: <i>“Na questão 1 foi perguntado se havia algo dentro do frasco, visualmente não se consegue enxergar “coisa” nenhuma dentro do frasco, porém deve-se lembrar que o ar é invisível. Sabendo disso, o que tem dentro do frasco de vidro?”</i> e complementa: <i>“Ar.”</i> escrevendo na folha A4: <i>“Então aqui tem que ser, sim, o ar.”</i> referindo-se a questão 1. A4: <i>“Você recebeu um frasco de vidro, existe alguma coisa dentro dele?”</i> (questão 1) A1: <i>“Sim tá.”</i> e começa a ler a questão 6: <i>“O que aconteceu com o ar dentro do frasco de vidro quando esse foi aquecido?”</i>
9m07s	A4: <i>“Subiu para o balão.”</i> A4: <i>“Não é melhor tu já colocar lá em baixo?”</i> A4: <i>“Não é melhor tu já colocar lá em baixo?”</i> A1: <i>“Em cima, tu quis dizer.”</i> A4: <i>“Aqui.”</i> apontando na folha. A1 escreve na folha.
9m49s	A1 referindo-se a questão sete: <i>“Antes do aquecimento o ar.”</i> desenha na folha <i>“E agora depois do aquecimento.”</i>
10m02s	A4: <i>“Não tem nada aí.”</i> A1: <i>“Bá. Eu não consigo explicar isso.”</i>

10m28s	<p>A1: <i>"O professor."</i> A4: <i>"Eu acho que é isso aí mesmo."</i> A1: <i>"Mas o ar fica em tudo, em todo o recipiente, não interessa. Não tem um por que."</i> A1: <i>"O professor."</i> A4: <i>"A1, aqui tu tinha que colocar aqui ó, dentro dessa."</i> (referindo-se ao desenho da questão 7 que A1 tinha desenhado dentro do balão de festas e não no 'círculo de zoom imaginativo'). Ai está a dúvida de A1 quanto ao seu desenho, pois ela desenhou partículas de ar somente no balão de festas e não dentro do frasco de vidro. Por suas respostas anteriores (de A4) o ar subiu para o balão de festas. Mas esta representação é conflitante com a idéia que o ar deve ocupar todo o recipiente que o contém enquanto a1 espera o professor ficam falando sobre como acender um palito de fósforo e sobre o cabelo de A1.</p>
11m55s	A4 pega a folha e começa a conferir as respostas
12m05s	<p>A4: <i>"O A1."</i> A1 se vira para A4 <i>"... Eu acho assim. Deveria apagar aqui."</i> A1 <i>"E botar ali."</i> A4 <i>"E colocar ali cheio, entendeu. E neste daqui tu pode colocar as partículas. Não! Ai está certo. (A1 estava apagando a folha) Eu acho que está, eu acho que tu deveria colocar assim. (A1 chama P1) Tu não quer olhar."</i> A4 pega a folha e apaga. A3 (que até o momento, como A2, não estavam participando da resolução das questões): <i>"O que vocês estão teimando."</i> A4: <i>"Nada."</i> A3: <i>"Oooh estúpida."</i></p>
12m30s	<p>A4: <i>"É que eu acho assim o A1. Eu estou falando que a horas eu estou tentando falar para ela e, ela não quer prestar atenção no que eu falo."</i> A1: <i>"Eu estou esperando tu falar a meia hora."</i> A4: <i>"Eu acho, que neste aqui, (referido-se ao desenho do desenho antes do aquecimento) o que tu tem que fazer, tu tem que encher de bolinha para representar o ar. Neste aqui (referido-se ao desenho do desenho depois do aquecimento) tu tem que encher aqui (balão de festas depois do aquecimento no desenho do sistema macroscópico) de bolinhas, e colocar poucas bolinhas aqui ('círculo de zoom imaginativo' para o frasco com o ar aquecido) Dando a entender que as partículas de ar que subiram para cá e ficaram poucas, entendeu? Ou então nenhuma."</i></p>
12m56s	<p>A1: <i>"Mas ar vai ter sempre."</i> A4: <i>"Sim. Ar vai ter sempre. Por isso que eu estou dizendo. Vai ter que colocar poucas aqui. Não sei se está certo mas é o que eu acho."</i> A1 fica desenhando na folha.</p>
13m32s	<p>A4: <i>"O que tu fez?"</i> A1: <i>"Botei... não deu para transcrever"</i> A4: <i>"O que é aquilo dali?"</i> A1: <i>"É um ar."</i> A4: <i>"não. O que é isso daqui?"</i> A1: <i>"É um... não deu para transcrever"</i></p>
13m47s	A1: <i>"Professor."</i> ficam esperando P1 e A1 desenha na folha enquanto A4 observa
14m28s	<p>P1 chega ao grupo e observa o que estão fazendo. A1: <i>"O professor."</i> A4: <i>"Ai não deveria ser por extenso?"</i> A1: <i>"Ai, se é ou não é, deixa assim."</i> A1: <i>"Aqui ó, isso eu não entendi se é assim?"</i></p>
14m47s	<p>P1: <i>"É como se tivesse um zoom aqui e daí vê as partículas. Aqui é gás e aqui é gás."</i> A1: <i>"Pois é aqui tem menos, menos e aqui tem..."</i> (para pois percebe que se confundiu com as indicações de onde havia mais e menos partículas. A2: <i>"Aqui tem menos e aqui tem mais."</i> A1: <i>"É, pois é. Pois aqui com o, com o..."</i> A4 fala enquanto A1 fica tentando achar as palavras: <i>"A temperatura"</i> A1 completando seu raciocínio: <i>"...aquecimento, foi impulsionado o ar para cima, não foi?"</i></p>
15m07s	<p>P1: <i>"Bom, foi para cima e não tem mais ar em baixo?"</i> A1: <i>"Tem mas..."</i> A4 interrompe</p>

15m22s	<p>A4: "Olha aqui." P1: "Tem tá." A4: "Tem poucas, mas tem." P1: "Tá, era isso que eu queria saber." A1: "Tem mais ar aqui do que aqui." (apontando para o balão de festas e para o frasco, ambos do sistema aquecido) A4: "Não!?" P1: "Não. aqui e aqui (apontando para o balão de festas e para o frasco, ambos do sistema aquecido) tem a mesma quantidades de ar, né?"</p>
15m43s	<p>A1: "Tá, e aqui?" (referindo-se ao sistema antes do aquecimento.) P1: "Aqui (frasco frio) está toda a quantidade de ar, mas está restrito aqui, certo?" A4: "Haha." P1: "Aqui e aqui (frasco e balão no sistema aquecido) tem a mesma quantidade de ar, só que restrito a tudo isso aqui." (apontando para o frasco mais o balão no sistema aquecido) A4: "Pois é, está certo então?" P1: "Tá, mas por que tem umas bolinhas maiores e umas bolinhas menores?" A1: "Ai, porque..." A4 interrompe A4 com voz hilária: "Porque as partículas que nós vimos, que a gente olhou..." A3 interrompe par ficar gozando do modo como A3 fala.</p>
16m44s	<p>A1: "O professor faz de conta que é tudo do mesmo tamanho." P1: "Então escreve que são do mesmo tamanho." A4: "Professor, aqui a gente tem que fazer desenho ou a gente tem que explicar." P1: "Falar a respeito" A4: "Viu falar." A4: "Ouviu A1, tem que falar." A1 fica desenhando na folha.</p>
18m16s	<p>A4: "Tu continua desenhando A1." A1: "Eu sei." A4: "Ai tu vai escrever agora." A1: "Pequenas partículas, não importa o tamanho." A4: "Que?" A1: "Aqui assim ó e lê a questão 8 utilizando a idéia de pequenas partículas constituintes das substâncias, explique como o balão de festas ficou inflado." A1 complementa logo depois: "São pequenas partículas, mas são muitas." A1 fica escrevendo e A4 conferindo o que ela escreve. Enquanto tudo isso A2 e A3 ficam falando e olhando fotos.</p>
18m39s	<p>A4 comentando a resposta que A1 escreveu: "São pequenas partículas, mas são muitas. Com o aquecimento as partículas. Não seriam de ar aqui? Não teria que dizer do que eram?" A1: "É lógico que eram de ar, não precisa dizer." Mesmo com esse comentário A1 apaga a folha e escreve partículas de ar na resposta. A4: "Eu acho assim. Se espalharam subiram do frasco até o balão inflando-o."</p>
19m15s	<p>A1 balançando a cabeça negativamente fala algo para A4 que não foi captado no áudio. A4: "Deu? Não esqueceu meu nome não né?" A1: "Um, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, tá. A1, A4, A3 e A2"</p>
19m15s	<p>A1 entrega a folha para P1</p>

Anexo 5:

Questões e transcrições da atividade de transferência do líquido incolor (evaporação e condensação do éter) realizada no dia 8 de junho

Transferência do líquido incolor

questões:

Antes da prática

1) Explique o que pode ocorrer com o líquido dentro do balão mergulhado na água quente.

Durante a prática

2) Descrever o que ocorre

Após a prática:

3) Explique, através do modelo de partículas constituintes das substâncias, o que está acontecendo.

Transcrição

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar;

A* = outros alunos

Tempo	Falas e Ações
0m00s	A filmagem começa com P1 ajeitado o equipamento para o experimento e chamando P2 para assumir um dos equipamentos. nesta hora os alunos já tinham respondido a primeira pergunta sobre a previsão do que iria ocorrer.
0m18s	P2 diz para as alunas do grupo irem para perto da mesa com o equipamento onde P1 fará o experimento.
0m25s	P1: <i>“Pessoal, se aproximem então, para ver o que vai acontecer.”</i> P1 vai se ajeitando e os alunos vão se aproximando.
0m42s	A1: <i>“Professor. O professor, a dois é para nós descrevermos o que está acontecendo?”</i> P1: <i>“É.”</i>
0m52s	A4: <i>“Professor se o resultado do experimento for diferente do que a gente colocou, a gente vai entregar do mesmo jeito”</i> aparentemente foi isso o que ela perguntou, não deu para transcrever direito. P1: <i>“Sim, não faz diferença o que vocês colocaram no começo, né. Vocês estão tentando prever, né. Vocês não tem o conhecimento químico necessário para acertar 100% das coisas. Então...”</i> A4 interrompe A4: <i>“Então a gente vai entregar do jeito que a gente está fazendo?”</i>
1m14s	P1: <i>“Isso, o objetivo é ver o que vocês pensavam antes, se estava correto e continua pensando correto, ou se estava errado e melhorou, se estava errado e continua errado e o pior de tudo se estava certo e depois virou errado.”</i> P1 pega o equipamento com os dois balões para começar o experimento
1m31s	P1: <i>“Então pessoal, tem um pouquinho de líquido neste frasco, pois eu fiz com a outra turma, mas é muito pouco.”</i>
1m38s	P1 mergulha os frascos nos recipientes com águas quente e fria.
1m42s	P1: <i>“E dai, o que vocês botaram que achavam que vai acontecer ai?”</i> A1: <i>“Ai A3, não vai dar.”</i> A2: <i>“Não vai dar para enxergar assim.”</i> P1: <i>“Chega mais perto.”</i> A1: <i>“É que está de lado.”</i> P1: <i>“Senta em cima da classe.”</i>
1m54s	A*: <i>“Há vai começar (apontando para o balão com o líquido) eu entendi. Ela vai ferver e vai virar, (pausa) vapor.”</i> P1: <i>“Vapor.”</i> A* continuando: <i>“e dai vai virar água.”</i> não deu para transcrever direito, mas a aluna A* indica com o dedo o vapor indo do balão quente para o balão frio.

2m10s	<p>A1: <i>"Tira o cabeção A3."</i> A1: <i>"Qual é a água quente? Que eu não estou vendo nada."</i> A3: <i>"Esta aqui."</i> P1: <i>"Esta é a água quente e esta é a água fria"</i> apontando para os recipientes. P1: <i>"Estão vendo o que está ocorrendo dentro do balão?"</i> A1 chega mais perto P1: <i>"Estão vendo que já está fervendo á água, o líquido dentro. (pausa) Está borbulhando."</i> A*: <i>"Está virando vapor."</i> P1: <i>"E para onde vai este vapor?"</i></p>
2m32	<p>A3: <i>"Para o outro lado."</i> A* também fala algo mas não foi possível transcrever terminando: <i>"...vindo para este lado."</i></p>
2m46s	<p>A1: <i>"Ele vai evaporando."</i> A3: <i>"Ela vai esquentando, ele vai esquentando, né professor?"</i> P1: <i>"Ele vai esquentando e vai passando para o outro copo."</i> não deu para transcrever direito A1: <i>"Ela vai evaporando e vai lá para o outro copo."</i> P1: <i>"Olha, já tem bem mais líquido lá do que antes."</i> P1: <i>"Mas por que disso?"</i> A1: <i>"Porque a água evapora."</i> A4 fala algo que não foi possível transcrever A*: <i>"A água ficou...i(mais alguma coisa que não foi possível transcrever."</i> Alguém fala (pode se A1, A4) <i>Por causa da temperatura da água que subindo lá."</i> P1: <i>"Tá, mas o que eu ia dizer. Eu falei algum momento que era água dentro do tubo, do balão?"</i> A*: <i>"Não."</i></p>
3m13s	<p>P1: <i>"Não. eu falei que era um líquido incolor, pode ser água pode ser que não."</i> A1: <i>"O que eu coloquei?"</i> se inclina para traz para pegar o caderno P1: <i>"Para a água estar fervendo, entrando em ebulição, não. (pausa) Isso eu sei que é água quente e água fria tá? (apontando para os frascos com águas) Então não deveria estar evaporando muito mais água, se está evaporando o líquido aqui?"</i></p>
3m29s	<p>A1 pega sua folha: <i>"Eu coloquei assim. Acho que o líquido incolor vai evaporar movendo-se para o outro balão se concentrando lá, pois a água estará fria."</i> P1: <i>"Tá, mas por que ele consegue se mover de um lado para o outro? (pausa) Vocês estão vendo alguma coisa aqui?"</i> A1: <i>"Ai, por causa do, do, do ar dentro do, do recipiente, ou sei lá."</i> P1: <i>"Pois é isso que nós estamos tentando investigar, por que será. A gente consegue ver ele passando daqui para lá?"</i> A* ou A1: <i>"Não"</i> A3: <i>"Não."</i> A1: <i>"Não, pois ele está na forma de gás."</i> A*: <i>"É."</i> P1: <i>"Umh, e como é que está esta forma de gás?"</i> A1: <i>"Oi?"</i> P1 vai repetir, mas A3 interrompe. A3 <i>"Esta aqui ele, ó professor."</i> Apontando para o conector entre os dois balões. P1: <i>"É que isso também pode ser."</i> vapor condensado pelo lado de fora A1: <i>"Estou na frente, olha só, nem tinha visto."</i> P1: <i>"É dai fica filmando tua bunda dai."</i> A1: <i>"Pois é."</i></p>
4m16s	<p>A3: <i>"E isso aqui vai terminando a água."</i> P1: <i>"E vai indo para ca."</i></p>
4m34s	<p>A1: <i>"Tá, mas qual foi a pergunta que o senhor me fez, que eu não respondi?"</i> P1: <i>"Como ele passa de um lado para o outro?"</i> A1: <i>"Eu disse por era que tinha gás."</i> A**: <i>"Professor aqui não tem laboratório?"</i> P1: <i>"Tem."</i> A**: <i>"Por que a gente não vai para o laboratório?"</i> P1: <i>"O laboratório é assim, mais burocrático a questão assim, de ter que pedir autorização, tem que relacionar material que vai ser utilizado e coisa e tal. Vocês não podem ficar tão a vontade"</i></p>

5m22s	<p><i>no laboratório como vocês ficam na sala de aula.</i></p> <p>A**:<i> “O ano passado eu rodei em química porque eu não tinha o, o, aquele negócio branco. Então eu perdi as aulas de laboratório que valia dois pontos.”</i></p> <p>P1:<i> “Nossa. Dai eu prefiro usar, trabalhar na sala de aula para não me incomodar muito. O pessoal reclama do uso do laboratório. Eles até reclamam que eu uso o laboratório para pegar água.”</i></p> <p>A3:<i> “É álcool né professor? ‘É álcool, nem é água, é álcool, né professor?’</i></p> <p>P1:<i> “É, a princípio não é água.”</i></p> <p>A3:<i> “Não é água, é o próprio álcool.”</i></p> <p>P1:<i> “Pode ser álcool, pode ser</i></p> <p>A3:<i> “Eu vim aqui e cheirei e tinha cheiro de álcool e não de água.”</i></p> <p>P1:<i> “Tem um meio cheiro de álcool, de acetona.”</i></p>
5m38s	<p>A1:<i> “O líquido. Assim ó professor. O líquido incolor está passando de um lado para o outro, porque a água, não o líquido está evaporando, se transformando em gás e vai passar para o outro lado e lá vai ficar porque a água está gelada e ele não vai evaporar.”</i></p> <p>P1:<i> “Ta. Mas. Quando ele chega aqui assim (balão frio) e chega na forma de que?”</i></p> <p>A1:<i> “De gás.”</i></p> <p>P1:<i> “De gás. “</i></p> <p>A1:<i> “E com a água.”</i> P1 interrompe</p> <p>P1:<i> “E por que ele fica líquido ali?”</i></p> <p>A1:<i> “Porque a água está gelada, está fria.”</i></p>
6m05s	<p>P1:<i> “Porque o recipiente está frio então, é isso?”</i></p> <p>A1:<i> “Isso.”</i></p> <p>P1:<i> “Mas, por. Então quando está frio vai virar líquido novamente.”</i></p> <p>A1:<i> “Isso.”</i></p> <p>P1:<i> “Tá, e agora.”</i> A1 interrompe</p> <p>A1:<i> “O que acontece quando está calor a água dos mares evapora e daí forma as nuvens e chove água líquida.”</i></p> <p>A4 fala algo que não foi possível captar no áudio</p> <p>P1:<i> “Só que agora, aqui assim. Como ele vai passar de um lado para o outro.”</i> indicando com os dedos o caminho de um balão pra o outro.</p> <p>P1:<i> “Está frio, está frio e o que?”</i></p> <p>A1:<i> “Porque. Ai meu deus, está difícil, ele não entende. Tem que ensinar para ele.”</i></p> <p>P1:<i> “Não, eu quero ter certeza que vocês elaborem. Vocês estão dizendo que o vapor passa de um lado para o outro. E como é que ele passa de um lado para o outro?”</i></p> <p>A1:<i> “Professor olha só. A água quente está aquecendo o líquido, incolor.”</i></p> <p>P1:<i> “Sim.”</i></p> <p>A1:<i> “...Fazendo com que ele evapore se transformando em gás.”</i></p> <p>P1:<i> “Ta e daí?”</i></p> <p>A3:<i> “Está passando.”</i></p> <p>A1:<i> “Ele vai passando para lá em gás. Quando ele chega lá, está gelado, está frio o recipiente, frio o recipiente.”</i></p> <p>P1:<i> “Frio o recipiente.”</i></p> <p>A1:<i> “E como está frio a água torna-se líquida, a água não, o líquido.”</i></p> <p>P1:<i> “Volta a ser líquido.”</i></p> <p>A1:<i> “Isso, o líquido incolor.”</i></p> <p>P1:<i> “O vapor esse. Ta, agora uma pergunta. Como é que o vapor vai passar de um lado para o outro?”</i></p>
7m11s	<p>A***:<i> “Através do ar.”</i></p> <p>A1:<i> “Porque tem ar dentro do tubo.”</i></p> <p>P1:<i> “E se não tivesse ar dentro deste tubo?”</i></p> <p>A3:<i> “Dai não ia adiantar, não ia passar. A3 pensa que de alguma forma tem que existir matéria para poder se mover as partículas</i></p> <p>A4 também fala algo que não é captado no áudio</p> <p>A1:<i> “Não teria como não ter ar dentro do recipiente, tem?.”</i></p> <p>P1:<i> “Poderia ter um vácuo. Ta, mas por exemplo.”</i> A1 interrompe</p> <p>A1:<i> “Tradução.”</i></p> <p>P1:<i> “É não ter nada.”</i></p>

7m35s	<p>A1: “Ta.”</p> <p>P1: “Ta, mas o ar atrapalha. Ter ar ou não ter ar atrapalharia as moléculas, ou não? As partículas?”</p> <p>A1: “Eu acho que sim, tem que ter água, ter ar para elas se moverem, eu acho.” A1 também esta pensando na necessidade da existência de matéria para haver movimento das partículas</p> <p>P1: “Ta, vamos pensar assim. Por que precisa ter ar para se mover?”</p> <p>A3: “Ahh, professor, está complicando.”</p> <p>A1: “Por que as partículas não se deslocam, vamos dizer assim.”</p> <p>P1: “Vamos pensar, num modelo mais macroscópico assim. Pensa tu se movendo. Tu consegue se locomover com facilidade dentro sala?”</p> <p>A1: “Claro.”</p> <p>P1: “Para tu se mover para cá (indicando uma direção por cima da mesa e onde tinha outros colegas) é mais fácil do que se mover para lá?” (indicando um caminho desimpedido sem classes e pessoas.</p>
8m00s	<p>A1: “Não, porque o senhor está na minha frente. (risos)”</p> <p>P1: “Então, para se mover não pode ter espaços ocupados, certo?”</p> <p>A1: “Certo.”</p> <p>A3: “Aha. (sim)”</p> <p>P1: “Onde tem mais espaço para se mover, em um ônibus vazio ou em um ônibus cheio?”</p> <p>A3: “Num ônibus vazio.”</p> <p>A1: “Vazio.”</p> <p>P1: “Então, para haver movimento, tem que ter espaços vazios também.”</p> <p>A1: “Sim né.”</p> <p>P1: “Então o espaço vazio atrapalha o movimento?”</p>
8m17s	<p>A3 e A1: “Não.”</p> <p>P1: “Então se não houvesse ar atrapalharia o movimento.”</p> <p>A1 e A3: “Não.”</p> <p>P1: “Não, então ter ar ou não ter ar.” A1 interrompe</p> <p>A1: “Mas o ar não facilita isso?”</p> <p>A3: “Não.”</p> <p>P1: “Não. O ar são mais partículas para. São mais pessoas (indicando com o braço vários alunos espalhados pela sala) para tu se “pechar””</p> <p>A1: “Ta bom.”</p> <p>P1: “Claro que são muito poucas pessoas, né? É muito espalhadas as partículas, coisa assim. Vamos pensar assim agora em termos de densidade. Nós estamos falando a idéia de partículas. O que está acontecendo com a partícula do líquido que está aqui?” (balão quente) Que aqui é líquida. Pega e o que acontece com a partícula?”</p>
8m48s	<p>A3: “Vai evaporar.”</p> <p>P1: “Vai evaporar, ela se destrói ou não?”</p> <p>A3: “Não.”</p> <p>P1: “Não. O líquido que eu tenho aqui (balão quente) é o mesmo que eu tenho aqui, (balão frio) não é?”</p> <p>A3: “Sim.”</p> <p>P1: “Então devem ser as mesmas partículas. (pausa) Elas só se transformam em vapor.”</p>
9m00s	<p>A1: “Se transformou em... (não deu para transcrever o resto da frase porque A3 fala mais alto)</p> <p>A3: “Ta professor, levanta esta parte aqui (balão frio) Por que esta parte fica assim?”(apontando para a parede do balão, que tinha água condensada do lado de fora)</p> <p>P1: “Porque está na aaa. Porque aqui assim a própria umidade da, do ambiente. Saindo vapor aqui (frasco com água quente) e o nos (faz gestos de estar respirando) sai vapor. É o que acontece com um copo gelado, aquela umidade que fica ali assim, é por causa do, umidade do ar que se condensa porque está frio. Que é basicamente a mesma coisa que está ocorrendo dentro (balão frio) ta frio o líquido se condensa. Só que na superfície (aponta com o dedo para parede externa do balão) é vapor de água. Vamos agora a idéia de partícula. Se eu tenho uma partícula aqui, ela está saindo do líquido e indo para o vapor. A substância, ah, a partícula está se modificando?”</p>
9m43s	<p>A3: “Não.”</p> <p>A* balança a cabeça negativamente</p> <p>P1: “Não. A partícula não se modifica, né? Tanto que quando ela volta aqui para o lado de cá</p>

	<p>(balão frio) <i>ela é a mesma substância.</i>” A1: “<i>É que aqui ela está mais agrupada né?...</i>” A3 fala mais alto que A1 não dando para pegar o final da frase de A1. A3: “<i>E do lado de lá não.</i>” Os dois lados são líquidos e portanto as distâncias entre as partículas deveriam ser as mesmas, não é o que A3 comenta em sua resposta. P1: “<i>Ahh! Aqui (balão quente) elas estão mais agrupadas. Quando passa para o vapor o que acontece com o agrupamento delas?</i>” A1: “<i>Elas se, se dispersam.</i>” A* ao mesmo tempo: “<i>Elas se espalham.</i>” Fazendo gestos com as mãos. A3 fala algo que ela tinha aparentemente que não deu para transcrever mas que termina com: “<i>... se espalham</i>” P1: “<i>Se espalham, certo.</i>” Outro aluno fala algo que o pessoal acha irônico e dão risadas.</p>
10m04s	<p>P1: “<i>Elas se espalham, estão se espalhando. Como a gente pode perceber bem isso? Pela própria densidade dos líquidos e dos gases, né. Os gases não são muito menos densos que os líquidos e os sólidos?</i>” A3: “<i>Não.</i>” A1: “<i>São.</i>” P1: “<i>São menos densos. São né, menos densos?</i>” A3 balança a cabeça positivamente P1: “<i>Se eles são mais densos, o que acontece ou eles tem mais massa.</i>” A3 interrompe A3: “<i>Ou menos massa.</i>” P1: “<i>Ou eles tem mais massa e menos volume.</i>” A4 fala algo que não deu para transcrever direito. P1: “<i>O que acontece ali assim? A partícula muda?</i> (pausa) Não. A3 junto com P1: “<i>Não</i>” P1: “<i>Se a partícula não muda, a massa dela muda?</i>” A3: “<i>Não.</i>” P1: “<i>Não, basicamente o que vocês disseram que mudou. A distância entre elas, não é?</i>” Alunos confirmam</p>
10m51s	<p>P1: “<i>A distância então está relacionada então se vocês pegarem três dimensões, vai dar o que?</i>” A3: “<i>O que?</i>” P1: “<i>Se eu pegar distância em três dimensões (faz gestos em três direções) vai representar o que? Não vai se representar o volume?</i>” A3: “<i>Vai.</i>” P1: “<i>Então em três dimensões vai ser o volume. Então se está aumentando a distância entre elas, está aumentando o volume entre elas. (pausa) né? (pausa) Então se a massa é a mesma e o volume é maior, o que acontece com a densidade?</i>” A3: “<i>Aumenta. Não?</i>” P1: “<i>Densidade é a massa dividido por volume. Se eu divido por um negócio maior, ela diminui né? Por isso a densidade do gás é menor, tem mais espaço entre as partículas, por isso o volume vai ser maior também. Por isso a densidade do gás é menor. Se a densidade do gás é menor, tem mais espaço para as partículas se moverem entre elas.</i>” A*: “<i>O professor a três da para responder com desenhos?</i>”</p>
11m44s	<p>P1: “<i>Pode representar com desenhos também. Sempre pensando nas partículas. o que está acontecendo com as partículas agora, elas estavam ali agrupadas.</i>” A*: “<i>Elas estão agrupadas, então se quebram e se espalham e passam para o outro lado.</i>” P1: “<i>E por que elas se espalham e conseguem vir para cá?</i>” (balão frio) A*: “<i>Por causa do, do, sei lá.</i>” P1: “<i>Tem alguma coisa impedindo de elas virem para cá?</i>” A3: “<i>Não.</i>” A*: “<i>Não.</i>” P1: “<i>Então se as part. Isso é uma característica do gás, um gás pode se expandir até todo o recipiente que ocupa.</i>” A*: “<i>Ta, então ele passa para o outro lado e se reagrupa.</i>” P1: “<i>Então quando elas se condensam aqui assim. (balão frio) O que acontece? Não vai sobrar espaço aqui, não vai? Então as moléculas vão continuar a vir para cá. Por que a tendência é todo o tubo estar ocupado com a mesma concentração de gás.</i>”</p>

12m27s	<p>A3: “<i>Só que a gente não vê.</i>” P1: “<i>Só que a gente não ver o gás. Né? mostra o tubo</i> A** : “<i>Posso brincar com o equipamento?</i>” P1: “<i>Não. Tem material tóxico ali junto no brinquedo.</i>” A4: “<i>Professor. (A4 mostra o caderno para P1 e fala algo que não foi possível transcrever que termina com: ...é mais ou menos assim?)</i>” A4: “<i>Aqui estes pontinhos seriam no caso o ar. Aqui elas estão todas agrupadas. Aqui na água quente...(não deu para transcrever)...dai elas começam a se espalhar...(não deu para transcrever)...é assim mais ou menos?</i>” P1: “<i>Pode ser.</i>” A1 pega o caderno para escrever. Outros alunos também se mexem para escrever A4 fala que tinha acabado e que iria entregar, mas rasga a folha ao tirar do caderno.</p>
13m24s	<p>A3 para A2: “<i>O que tu colocou na dois?</i>” A2: “<i>O que tu colocou na um?</i>” A3 diz para A2 sair da frente da câmera.</p>
13m30s	<p>A3: “<i>E agora professor com é que eu escrevo?</i>” P1: “<i>Então na segunda parte diz o que está acontecendo aqui, diz o que tu viu. (pausa) O que tu viu aqui?</i>” (aponta para o equipamento) A3: “<i>Ele está, aaa, evaporando.</i>” P1: “<i>Ta, então, o que tu viu neste balão? (quente) O que aconteceu com este líquido aqui?</i>” A3: “<i>Ele está evaporando.</i>” P1: “<i>então evaporar aqui (balão quente) e o que tu viu aqui? (balão frio)</i>” A3: “<i>Ele está indo para o outro lado.</i>” A** interrompe para dizer que o outro experimento (de P2) já tinha de morado e para pegar seus cadernos que estão apoiando o frasco com água quente. P1 comenta que o outro experimento sempre é mais rápido. A1 e A2 vão sentar nos seus lugares, A1 se vira para ficar na posição do grupo.</p>
14m21s	<p>P1 deixa o equipamento em cima da mesa e diz para os alunos escreverem suas respostas. A4: “<i>Professor eu vou entregar do jeito que eu tinha feito antes.</i>” P1: “<i>Pode.</i>” A4: “<i>Porque eu tenho que colocar o que a gente achava que ia acontecer.</i>” A3 chama o professor, mas este está conversando com P2 e outros alunos do outro lado da sala.</p>
15m22s	<p>A2: “<i>O A1, me diz uma coisa. A1?</i>” A1: “<i>Ahh?</i>” A2: “<i>É que eu não entendi direito</i> A1: “<i>Você tem que dizer do líquido...(mais alguma coisa que não deu para transcrever)</i> A2 fica rindo</p>
15m54s	<p>A1: “<i>Para guria (A2 que estava rindo) agora perdi o raciocínio, que droga.</i>” A2 continua rindo P1 fica circulando pela sala</p>
16m56s	<p>A1: “<i>Eu botei assim ó. O líquido dentro do balão mergulhado na água quente evapora, pois a temperatura está elevada, movendo-se para o outro balão em forma de vapor, já no outro balão, ele volta a ser líquido pois está mergulhado na água fria.</i>” A3 chama o P1 A4 fala algo que não foi possível captar no áudio.</p>
17m46s	<p>A1 chama P1 A3 chama P1 A1: “<i>No terceiro é para fazer desenho?</i> P1: “<i>Não necessariamente.</i>” A3: “<i>Quer dizer que este é este.</i>” A1: “<i>Ta, mas.</i>”</p>
18m20s	<p>A3 e A1 chamam o P1, mas ele está ocupado.</p>
18m31s	<p>A3 levanta e vai até onde está P2</p>
19m00s	<p>A3 fala com P2 P2 dá explicações para A3</p>
19m41s	<p>Fim da filmagem</p>

Anexo 6

Material de apoio e transcrições da atividade de sublimação e ressublimação do iodo realizada no dia 13 de junho

Material de apoio :

Questões referentes ao aquecimento do “sólido cinza”

Antes do aquecimento do sistema:

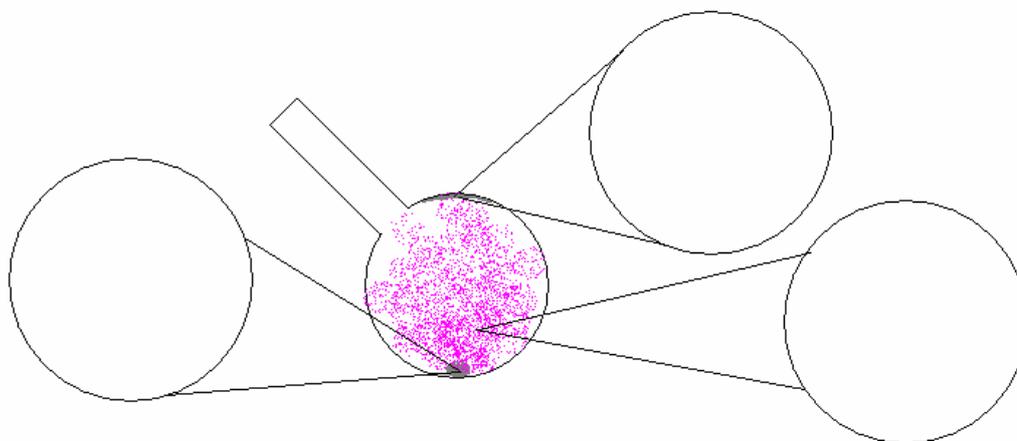
- 1) Descreva o aspecto do sólido.
- 2) O que você acha que irá acontecer quando o sólido for aquecido?
- 3) Explique sua resposta à questão anterior.

Durante o aquecimento do sistema:

- 4) Descreva o que ocorre quando o sólido é aquecido.
- 5) O que é a cor que surge dentro do tubo?
- 6) De onde vem a cor dentro do tubo?
- 7) Com que parece a cor dentro do tubo?
- 8) Qual o comportamento da cor dentro do tubo?

Durante o resfriamento do sistema:

- 9) O que aconteceu com a cor quando o sistema foi resfriando?
- 10) Se a cor está diminuindo, para onde está indo a cor?
- 11) O que são os pontos brilhantes na parte superior do frasco?
- 12) De onde surgiram estes pontos brilhantes?
- 13) O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que?
- 14) A quantidade de material brilhante é a mesma da quantidade de material contida na pedrinha colocada no início ou houve alteração na quantidade?
- 15) Explique a sua resposta anterior, quais os argumentos que levaram você a ter tal resposta.
- 16) Faça representações de como estariam as partículas constituintes



- 17) Utilizando da idéia de pequeníssimas partículas constituintes das substâncias explique o que ocorreu no sistema.

Transcrição

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar;

Tempo	Falas e ações
0m40s – 1m10s	O balão contendo o iodo sólido é passado para a turma olha. No grupo a aluna A1 pega o mesmo e fica olhando por alguns segundos em várias posições e passa para A3 que passa para outro grupo sem observar muito.
1m15s – 2m45s	Enquanto A2 fala com A3 sobre namoro A1 e A4 começam a responder as questões. A1 lê a questão 1: “1) Descreva o aspecto do sólido.” A4: “Como o sólido é” A1: “redondo” A4: “Ele esta na forma de bolinhas” A2 interrompe perguntando: “Não tem que esperar a experiência para começar a responder?” A1 e A4 escrevem nas folhas e A2 e A3 copiam o que A1 escreve
2m50s	A4: “A cor que colocou foi metalizada? Acinzentada? Como tu colocou a cor dele?” A1: “Metálica” continua escrevendo e fala: “e meio brilhante”
	A2: “O que tu respondeu?” A1: “Sólido em forma de bolinhas, tem cor metálica é só descrever o aspecto do sólido” A2: “Eu não sei como respondo” A3: “Eram bolinhas” A3 perguntando para A4: “E a cor não era cinza?”
3m54s – 5m00s	Continuam escrevendo nas folhas A4 fica com cara de pensativa e pergunta para A1: “Como a gente diz quando o sólido não é transparente? Como a gente diz que ele é?” A1: “Opaco” A4: “Opaco não é quando não tem brilho?” Ficam agitadas pois não têm certeza a respeito da palavra opaco.
	A1 pergunta para o P1: “O contrário de transparente é? O contrário de transparente a palavra?” P1: “Lembra das propriedades dos minerais que a gente trabalhou?” A1: “Sim mas eu esqueci da palavra” P1: “Mas tu não anotou no caderno?” com tom de brincadeira. A1: “Mas ta na mochila” A1 pega o caderno dentro da mochila e diz: “mas vai perder tempo professor” A1 abre o caderno e acha a parte sobre a propriedade diafanidade e vê que o material que não deixa ser atravessado pela luz é considerado opaco. E fala para A4: “è opaco.”
5m00s – 6m00s	Enquanto A4 fica falando sobre a propriedade dureza A2 e A3 falam sobre suas respostas a questão 1 A2: “O A3 o que tu colocou?” repetido duas vezes a pergunta A2: “Eu coloque cor preta” A3: “eu também” A2 olha para resposta de A4 e vê que A4 colocou que o sólido possuía cor metálica, A2: “É metálica e brilhante” Assim A2 apaga sua resposta de que o sólido possuía cor preta e escreve que o sólido possui cor metálica. Isso mostra a falta de confiança de A2 e A3 com suas opiniões, já que A1 e A4 são consideradas as mais inteligentes do grupo e lideram as atividades. Neste caso em específico A2 trocou sua resposta que estava correta (cor preta) por uma digamos errada (cor metálica), visto que já tinha sido trabalhado a propriedade brilho dos minerais, onde a característica metálica se enquadra. Assim seria melhor escrever que tem cor preta e brilho metálico.
5m00s- 8m04s	A4: “E a propriedade dureza?” A4: “Acho que ele não se desmancha facilmente né? Acho que ele não se desmancha facilmente” A1 fala alguma coisa e faz sinal com os dedos esfregando um no outro. A4 olhando para P2: “A gente não pegou o sólido. Ele se desmancha facilmente? Pois a gente não tinha como pegar?” Provavelmente P2 fala alguma coisa fora da captação de áudio.

	<p>A4: <i>“Eu posso colocar aparentemente... não?”</i> P2 continua falando alguma coisa fora da captação de áudio. A4: <i>“Pelo que a gente viu parece que ele não se desmancha facilmente”</i> A1: <i>“Eu já acho o contrário. Ele me dá a impressão que se desmancha”</i> A1: <i>“Se lembra daquelas, você não tava no nosso grupo (referindo-se a A4), umas bolinhas tipo um salzinho.”</i> A2: <i>“Que se esfarelavam”</i> A1: <i>“É”</i> A2: <i>“Que se esfarelavam, que derretiam na mão também.”</i> A1: <i>“Pareciam açúcar.”</i> A4: <i>“O que você colocou aí A1?”</i> A1: <i>“O sólido estava na forma de bolinhas, tem cor metálica, e por ser sólido, tem partículas bem agrupadas.”</i> A1 está fazendo uma suposição quanto a natureza das partículas constituintes das substâncias – estado sólido partículas bem agrupadas. A4: <i>“É opaco.”</i> A1: <i>“Eu coloquei que tem cor metálico, mas eu não sei se é não metálico, vítreo, nacarado ou sedoso”</i> P1 passa pelo grupo e pergunta se o mesmo já havia descoberto o contrário de transparente: <i>“Já descobriram o que era?”</i> A4: <i>“Era opaco”</i> Respondendo ao P1. A1: <i>“Que mais?”</i> A4: <i>“Será que ele se desmancha ou não facilmente?”</i> A3: <i>“Não”</i> P2 fala algo fora da captação de áudio. A1 fala algo que não foi possível captar no áudio. A4: <i>“A gente não pegou, agente só olhou para a cara dele assim”</i> P2 continua comentando como grupo. A1: <i>“Vamos colocar que a gente acredita que ele não se desmancha facilmente.”</i> A1 e A4 escrevem nas folhas. A3: <i>“O que tu colocou A1?”</i> A1 faz um gesto com a mão para ela esperar. A1: <i>“Deixa assim, acho que está bom. Vamos para a dois.”</i> O grupo ficou em dúvida quanto ao material (iodo) se desmanchar facilmente ou não, porém optaram por colocar uma resposta final que foi indicada por A1, mas que ela era contrária no início e que era a resposta que A4 tinha sugerido. Ficaram bastante tempo discutindo se o sólido se desmanchava ou não, sem terem feito teste para isso.</p>
8m05s – 9m35s	<p>A1 lê a questão 2: <i>“ O que você acha que irá acontecer quando o sólido for aquecido?”</i> A1: <i>“Será que ele vai de desmanchar ou será que ele...”</i> A4 interrompe dizendo: <i>“Vai se transformar em pó.”</i> A3 tenta falar alguma coisa mas é interrompida por A1. A1: <i>“Sim, será que ele vai se desmanchar ou será que ele vai evaporar?”</i> A2: <i>“Eu acho que ele vai se desmanchar.”</i> A1: <i>“Se desmanchar, tipo derreter.”</i> A2: <i>“É derreter.”</i> Ficam escrevendo nas folhas. A1 lê sua resposta: <i>“Acredito que ele se desmanche, tornando-se pó.”</i> A2 e A4 continuam escrevendo enquanto A3 procura ler o que A1 escreveu.</p>
9m35s – 11m00s	<p>A4: <i>“Ai tem a outra pergunta.”</i> A1 interrompe: <i>“Só um pouquinho”</i> A2: <i>“Eu não entendi a três”</i> A1 interrompe: <i>“Só um pouquinho, se não eu vou perder o raciocínio”</i> A1 fica escrevendo sua resposta A1 lê sua resposta: <i>“Eu coloquei assim: Porque acredito, a pergunta dizia: Explique sua resposta à questão anterior. Eu coloquei: Porque acredito que o aumento da temperatura faça com que as suas partículas se dispersem dando forma de pó ao sólido.”</i> A1: <i>“É para fazer só até a três?”</i> A2, A3 e A4 escrevem suas respostas.</p>
15m30s	<p>P1 prepara-se para fazer a prática de aquecimento do iodo, alunos colocam-se em volta para</p>

<p>– 24m45s</p>	<p>observar. Estava frio no dia e o iodo ressublimava facilmente. P1: <i>“O que vocês acharam que ia ocorrer com a bolinha?”</i> A1: <i>“Virar pó”</i> Outros alunos conversam com o P1 Quando P1 vira em direção a A1 ela fala: <i>“Eu acho que ia virar pó”</i> P1: <i>“Virar pó!?”</i> P1 aquece o balão contendo o iodo com um isqueiro. O iodo começa a sublimar aparecendo o gás rosa. A1: <i>“Ele sou, (interrompeu) ele derreteu.”</i> P1: <i>“O que está acontecendo aqui?”</i> Referindo-se ao sistema. A3: <i>“Ele derreteu.”</i> P1: <i>“Soltou uma cor aqui.”</i> A3 tenta formular uma idéia para A1 mas é interrompida por uma pergunta do professor. A3: <i>“Então ele não, ele ummmmm”</i> P1: <i>“E essa cor tem aparência do que?”</i> Alguém fala: <i>“rosa”</i> P1: <i>“Rosa, tá, e essa cor aqui assim, de onde veio essa cor?”</i> A3: <i>“Como assim Professor?”</i> P1 aquece novamente o sistema. P1: <i>“A cor está aumentando, o que está acontecendo com o sólido?”</i> A1: <i>“Está derretendo.”</i> P1: <i>“Mas esta cor aqui assim é líquida?”</i> P1 meche o balão em várias direções colocando-o em diferentes posições para os alunos poderem perceber que a cor dentro do balão tem um aspecto ‘de fluído’ de gás. P1: <i>“Tem cara de líquido essa cor?”</i> P1 continua mexendo no balão fazendo o gás colorido ir até o gargalo do mesmo. E pedindo para os alunos olhassem o que estava acontecendo com o gás. P1: <i>“Isso aqui (apontando para o gás) o que é?”</i> A2 para A1: <i>“parece vapor”</i> P1: <i>“É líquido?”</i> A1: <i>“Líquido não é, pois não está escorrendo.”</i> P1: <i>“Tem cara do que então?”</i> P1 olha para A1 A2 para A1: <i>“estado gasoso”</i> P1: <i>“Essa cor é pó? Pó faz isso?”</i> (continuando a mexer o balão) A3: <i>“Não”</i> A1: <i>“É vapor eu acho.”</i> P1: <i>“É valor ou não é vapor?”</i> <i>“é vapor”</i> respondem vários alunos P1: <i>“É um vapor colorido?”</i> A1: <i>“É.”</i> P1: <i>“Por que o vapor não está saindo para cá então?”</i> (apontando para o gargalo) A3 tenta formular uma resposta mas não consegue se enrola com as palavras A2: <i>“Ele fica só onde está aquecido.”</i> Provavelmente pensando que se é vapor tem que ser quente e existir em lugares quentes, portanto ele fica no fundo do balão, pois ali está quente e o gargalo está frio, por isso o vapor não vai para o gargalo. Para contrapor a esta idéia o professor vai vira o balão para uma posição em que o gargalo fique para baixo, desta forma o vapor de iodo irá até o gargalo, devido a esse vapor ser mais denso que o ar, estaria então o vapor de iodo “afundando no ar”. Não está se entrando nesta discussão inicial a difusão dos gases. P1 Vira o balão de ponta cabeça (com o gargalo para baixo) e pergunta: <i>“se eu fizer isto aqui, o vapor cai ou não cai?”</i> O vapor de iodo começa a ir para o gargalo do balão A3 sem prestar muita atenção ao balão responde que não cai. P1 manda olharem para o gargalo do balão. A1: <i>“Cai sim”</i> A4: <i>“Cai”</i> A2: <i>“Não é que ele fica só onde está aquecido”</i> A2 mesmo vendo que o vapor está “caindo” para o gargalo (que está frio) ainda fica a sua</p>
---------------------	---

<p>idéia formulada anteriormente do vapor existir em lugar quente. A3: <i>“Ele fica embaixo”</i> (referindo-se ao “bulbo” do balão) A2 completa: <i>“Ele fica onde está aquecido, onde o ar está aquecido.”</i> P1: <i>“Mas por que... deixa em fazer mais vapor”</i> Havia pouco vapor de iodo que já havia resublimado e aderido ao vidro do balão, formando uma pequena película brilhosa. A3: <i>“Está ficando brilhosa.”</i> P1: comentando a observação de A3: <i>“Olhem da para ver que na lateral tem esta ‘purpurina’, não tem?”</i> A1: <i>“Sim”</i> P1 limpa o balão removendo a fuligem provocada pelo isqueiro. P1: <i>“Se as purpurinas forem aquecidas (P1 aquece o balão) também se transformam naquele negócio rosa.”</i> P1 continua aquecendo o balão até ter um grande quantidade de vapor P1: <i>“O frasco agora está cheio de gás rosa. Está quente aqui</i> (apontando para o fundo – bulbo do balão) <i>Vocês disseram que ele não sobe para cá</i> (apontando para o gargalo) <i>pois está quente. Mas (P1 vira o balão com o bocal para baixo) por que ele está vindo para cá</i> (apontando para o gargalo) <i>se continua frio? Por que ele desce quando eu faço isso?</i> (referindo-se a virar o balão de bocal para baixo) A1: <i>“Sei lá!”</i> A4: <i>“Gravidade?”</i> P1: <i>“Gravidade e o que mais?”</i> P1: <i>“Pensa assim, o que ele está fazendo aqui assim? Não está tipo ‘afundando no ar’? Para algum material afundar na água o que tem que ser? O que tem que ser a densidade dele?”</i> A4: <i>“Tem que ser maior que a do ar, água”</i> P1: <i>“Então, no momento que ele começa a cair no ar o que tem que ser a densidade dele?”</i> A4: <i>“Tem que ser maior...”</i> (é complementada por P1) P1: <i>“Maior que a do ar”</i> P1: <i>“Então por isso se eu segurar assim (balão com o bocal para cima) ele não vai subir, pois a densidade dele é maior que a do ar. Se eu segurar assim (balão com o bocal para baixo) o gás começa a descer por causa da densidade. Então ele é um gás mais denso que o ar.”</i> P1: <i>“Logo que começa a esfriar o que acontece com o gás? Com a cor?”</i> Alunos: <i>“Vai sumindo”</i> P1: <i>“Por que a cor vai sumindo?”</i> Alvoroço, muita gente tentando formular respostas, P1: <i>“Se está assim (com o bocal para cima) a cor está escapando?”</i> Outro aluno fala com o professor tentando dar uma explicação. Enquanto isso A2 e A1 ficam conversando a respeito A2: <i>“Porque (interrompe para ouvir o professor)</i> A1: <i>“Porque não tem mais, porque não tem mais aquele, porque não está mais aquecido, sei lá.”</i> A2 para A1: <i>“Não, pro causa do ar, lembra o ar é mais pesado”</i> P1 interrompe com outra pergunta. P1: <i>“Se eu esquentar volta a cor, mas de onde surge está cor? Recapitulando”</i> A1: <i>“Do sólido”</i> P1: <i>“Do sólido tá. E onde está o sólido agora?”</i> A1: <i>“Desmanchado, sumiu, sei lá.”</i> A2: <i>“Se transformou.”</i> A4 fala alguma coisa não captada pelo áudio P1: <i>“mas onde estão ele agora?”</i> A1: <i>“estão dispersos ai, sei lá.”</i> P1: <i>“Dispersos aonde?”</i> A1: <i>“Dentro do recipiente”</i> P1: <i>“Da para ver estas partículas ai?”</i> A1: <i>“Não pois estão em forma de vapor”</i> Vapor é invisível, idéia comum ao dia-a-dia, mesmo estando diante de um gás colorido na sua frente. P1: <i>“Mas o vapor não é a coisa rosa?”</i> A1: <i>“É professor”</i> P1: <i>“Mas onde está a coisa rosa agora?”</i></p>

<p>A1 indignada: <i>“Ahhh!! Professor!!</i> A3: <i>“Vai começar tudo de novo”</i> A2 para A1: <i>“Então dá para ver”</i> P1: <i>“Tá! O que apareceu mais no recipiente além da coisa rosa?”</i> A4: <i>“Brilho”</i> P1: <i>“Brilho, tem brilho aqui em cima? (apontando para as paredes do balão)</i> P1 mostrando o balão para todas as pessoas vai perguntando: <i>“tem brilho aqui? Tem brilho aqui?”</i> Os alunos vão respondendo que sim. P1: <i>“De onde vem esse brilho?”</i> A1 e A3: <i>“Do sólido.”</i> P1: <i>“Do sólido tá. E se eu pegar este brilho e aquecer esse brilho? O que acontece?”</i> A1 tenta formular uma resposta mas para: <i>“Ele vai”</i> A4 complementa <i>“se tornar em cor”</i> P1 aquece novamente o balão e vapor rosa volta a aparecer. P1: <i>“O que acontece quando aquece o brilho?”</i> Alunos respondem que vira cor. P1: <i>“Vira cor de novo, vira gás”</i> A1: <i>“Sim.”</i> P1: <i>“Não tem as mesmas características daquele sólido inicial? Não é a mesma coisa?”</i> A3 procura em suas folha o que tinha colocado sobre o sólido inicial. Resto fica quietos. P1: <i>“Quando eu aqueci o sólido ele não virou uma coisa rosa?”</i> Alunos, A1 e A4: <i>“Sim.”</i> P1: <i>“Quando eu aqueci isto aqui não virou uma cor rosa de novo?”</i> Alunos, A1 e A4: <i>“Sim.”</i> P1: <i>“Então eles não tem a mesma característica?”</i> A1 <i>“Tem.”</i> P1: <i>“Então qual a única diferença que tem esse negócio brilhante, essa purpurina daquele outro sólido? Tem o mesmo tamanho?”</i> A3: <i>“Não”</i> P1: <i>“Este está muito mais finamente dividido.”</i> P1: <i>“Lembram quando a gente estava trabalhando com os minerais, principalmente na propriedade se era transparente ou não, A gente sempre tinha de ver se era transparente ou não em superfícies mais fininhas. Conforme vai aumentando a superfície ‘espessura’ vai tendo outro tipo de diafeinidade. Então aqui assim o material está mais finamente dividido, o sólido está finamente dividido, por isso ele tem a aparência um pouco diferente da do sólido inicial. Mas o sólido inicial não era brilhante também?”</i> A1: <i>“Sim”</i> P1: <i>“Por que agora brilha mais?”</i> A3 tenta responder mas para. P1: <i>“O que está acontecendo com a granulometria está maior ou menor?”</i> A4: <i>“Estão menores e mais dispersas”</i> P1: <i>“Estão mais dispersas, estão em uma superfície maior. Pegam mais luz ou menos luz?”</i> A3: <i>“Menos”</i> A3 junto com A1 Corrigem-se: <i>“Mais”</i> P1: <i>“Quanto mais superfície, mais pegam luz e por isso que brilham mais agora. Como estão mais espalhadas, então consegue ter maior incidência de luz para a claridade, ficar mais brilhosa.”</i> P1: <i>“Notem que a cor já quase desapareceu totalmente. Para onde está esta cor agora?”</i> A2 responde fora da captação de áudio. P1: <i>“Mas onde estão estas partículas?”</i> A2: <i>“Estão...(foge-lhe o termo) no ar.”</i> P1: <i>“Estão no ar?”</i> A2: <i>“Não, estão no... (apontando para o balão) eu não sei o nome deste negócio.”</i> A1: <i>“Recipiente, sei lá.”</i> P1: <i>“Não, do que nós estamos chamando este negócio brilhante? (Apontando para o iodo aderido no vidro)</i> P1: <i>“Este negócio brilhante é o sólido?”</i></p>

	<p>Alunos: “É”</p> <p>P1: “Então, onde está o sólido agora?”</p> <p>P1: “O sólido virou gás.”</p> <p>A1: “Tá.”</p> <p>A3: “Esta grudado professor”</p> <p>P1: “E depois que o gás desapareceu, para onde foi?”</p> <p>A1: “Virou brilho.”</p> <p>P1: “Virou purpurina’, este brilho, não é?”</p> <p>A1: “Haram” (confirmando)</p> <p>P1: “Este brilho é o sólido?”</p> <p>A3 e A1: “É o sólido.”</p> <p>P1: “Então para onde foi o sólido? Foi para a purpurina. Vocês falaram que ele estava aqui foi para purpurina, não foi?”</p> <p>A1 e A3: “Sim”</p> <p>P1: “Vocês estavam com dúvida de responder isso.”</p> <p>P1 volta a aquecer o balão e comenta: “Novamente a cor aparece.”</p> <p>A3 perguntando para P1: “Quando tu faz (aquecimento no caso), ele já se desmanchou?”</p> <p>P1: “Sim a cor é gás. Quando eu o aqueço ele se transforma em gás.”</p> <p>A4 e A1 leem as folhas com perguntas.</p> <p>A4: “Então o que ocorre quando ele é aquecido ele se transforma em gás.” Referindo-se a questão 4 da folha</p> <p>A1 vai escrevendo na folha.</p> <p>P1: “Dá para ver que há uma liberação de cor.”</p> <p>A4 escreve na folha</p> <p>P1: “E como está frio hoje, logo que o gás encosta nas paredes do tubo o que acontece? Vira aquela purpurina, não é?. Vocês concordam ou não concordam?”</p> <p>Alunos respondem positivamente. é conveniente lembrar que o P1 está fazendo o experimento demonstrativo para metade da turma, enquanto P2 faz o mesmo para a outra metade. Assim há outros alunos em volta do professor para os quais ele está dando esta explicações, enquanto que o grupo filmado já está respondendo as questões propostas na folha.</p> <p>A4 referindo-se a pergunta 5 indaga P1: “Então a cor dentro do tubo vem das partículas do sólido.”</p> <p>P1: “É o sólido? Quando está a cor é sólido?”</p> <p>A4: “ahhh!?!?”</p> <p>P1: “A cor é o estado sólido?”</p> <p>A4: “Não”</p> <p>P1: “Tá, então aquela cor ali pode até ser as partículas do sólido da substância mas elas não estão no estado sólido.”</p> <p>Há uma interrupção no dialogo para o P1 chamar a atenção de outros alunos que estavam gritando.</p> <p>Apos isso, há um greve instante de silêncio para se retomar as linhas de pensamentos. Como mais nada foi perguntado P1 diz para os alunos irem respondendo as perguntas e ao tiver dúvidas chama-lo.</p> <p>P1 fica dando explicações para outra aluna enquanto grupo discute sobre as perguntas.</p>
25m20s – 27m45s	<p>A4 vendo que A1 escreve bastante na questão 4 pergunta o que ela respondeu.</p> <p>A1 lê sua resposta: “Ele se transforma em gás com cor roxa. Fica no fundo do recipiente pois, é mais denso que o ar.”</p> <p>A4 sobre a questão 6: “De onde vem a cor?”</p> <p>A1: “Do sólido”</p> <p>A2: “Eu perguntei para ele (referindo-se a P1) mas ele disse que não</p> <p>A1 chama o professor:</p> <p>A1: “ O professo. Assim ó, a 4 pede para descrever o que está acontecendo eu respondi: Ele se transforma em gás com cor roxa. Fica no fundo do recipiente pois, é mais denso que o ar.”</p> <p>P1: “Sim.”</p> <p>A1: “E depois pergunta de onde vem a cor dentro do tubo? Do sólido.”</p> <p>P1: “Si, não é?”</p> <p>A1 percebe que pulou da pergunta 4 para a 6 sem responder a 5</p> <p>A4 também fica confusa.</p>

	<p>Ficam um pouco confusas até que A1 lê a questão novamente: <i>“O que é a cor dentro do tubo?”</i> Ela complementa respondendo: <i>“É o sólido se transformando em vapor”</i> A2: <i>“Não é a dispersão das partículas que se abrem e...”</i> A1 interrompe falando algo que não foi possível captar no áudio terminado com: <i>“... se está no vapor as partículas já estão dispersas.”</i> Todas escrevem nas folhas. A1: Lendo a questão 6: <i>“De onde vem a cor dentro do tubo.”</i> A2: <i>“Do sólido.”</i> Todas escrevem nas folhas. A3 fica olhando as respostas de A1. A4 lendo a questão 7: <i>“Com que parece a cor dentro do tubo?”</i> Ela complementa perguntando ao P1: <i>“Parece purpurina, não é professor?”</i> P1 não escuta a pergunta de A4 e se levanta indo ajudar outros grupos.</p>
<p>27m50s – 31m11s</p>	<p>A1 perguntando para o P1 que está de pé circulando pela sala: <i>“O professor a 5 pergunta o que é a cor que surge dentro do tubo, eu coloquei: é o sólido se transformando em vapor, ou seja suas partículas ficam bem dispersas, é isso?”</i> P1 vai passando pelo grupo e A1 fica perguntando se está certa a resposta. P1 pergunta: <i>“Está no estado sólido ou já está em outro estado?”</i> A1: <i>“Eu coloquei que é o sólido se transformando em vapor. O que é a cor/ é o sólido se transformando em vapor.”</i> P1: <i>“Ou já é o vapor?”</i> A1: <i>“Não, já é vapor”</i> A4: <i>“É o vapor do sólido então”</i> Todas apagam as folhas escrevem a nova resposta. A2: <i>“O que vocês colocaram na 6?”</i> A1 perguntando para P1 sobre a questão 5: <i>“É só esta a resposta: é o vapor do sólido?”</i> P1: <i>“Não chama sólido chama de substância”</i> A1: <i>“Então é o vapor da substância, só isso?”</i> P1: <i>“Ou é uma outra substância que aparece aqui dentro? (Segurando o balão)”</i> A4: <i>“Não. Era o vapor daquela substância”</i> P1 balança a cabeça positivamente: <i>“tá”</i> A4 comenta algo com P1 que não foi possível transcrever. P1: <i>“É que poderiam dizer que era uma outra substância.”</i> A4: <i>“Naaaaaaa!! (Não)”</i> A4 repassa a questão 6 e comenta sua resposta dada a questão 7: <i>“Parece uma purpurina”</i> P1: <i>“Isso aqui parece purpurina (apontando para o pó aderido no vidro do balão), a cor parece com o que?”</i> A4: <i>“rosa”</i> P1: <i>“Sim mas a característica dela? P1 aquece novamente o balão.”</i> A4: <i>“Então o que eu escrevo? Que ela só existe quando é aquecida?”</i> P1: <i>“Não. Ela só existe quando está quente.”</i> A4: <i>“É o vapor do sólido”</i> P1 fica movimentando o balão para que o gás fique se espalhando e movendo pelo balão. P1: <i>“Mas ela não tem a característica de um fluido? De um gás?”</i> A4: <i>“Tem.”</i> P1: <i>“Então são estas as características dela.”</i> A4: <i>“Então ela parece um gás?”</i> P1: <i>“parece um gás.”</i> A4 e A1 escrevem nas folhas A1: <i>“Parece o que parece um gás?”</i> P1: <i>“Parece ou não parece?”</i> A1: <i>“parece e o que mais?”</i> A4 lê a pergunta 8 para P1: <i>“Qual o comportamento da cor dentro do tubo? Ela fica no fundo do tubo porque o ‘sólido’ (querendo se referir ao gás) é mais denso que o ar”</i> P1 balança a cabeça positivamente. A4: <i>“É isso?”</i> P1: <i>“É.”</i> A1: <i>“Mas com que parece a cor? É só parece com um gás. parece com um gás, é só isso?”</i> P1: <i>“Não parece com um gás?”</i></p>

	<p>A1: <i>“Parece, mas além disso tem mais alguma coisa?”</i> P1: <i>“Vocês viram mais alguma coisa? Se viram me digam.”</i> A1: <i>“Que droga!”</i> P1: <i>“Não estou aqui para dizer as respostas certas, eu quero que vocês me digam o que vocês conseguem ver.”</i> A2 para A1: <i>“O que vocês colocaram na com que parece a cor dentro do tubo?”</i> A1: <i>“Parece um gás”</i> A2: <i>Parece um gás só isso?</i> A4 para P1: <i>“Só isso aqui na qual o comportamento da cor dentro do tubo? Que ele fica no fundo do tubo pois é mais denso que o ar, ou tem que complementar com mais alguma coisa?”</i> P1: <i>“Ele fica no fundo do tubo pois ele é mais denso que o ar, mas mesmo assim se ficar muito tempo aberto ele sai. P1 faz um gesto com as mãos como se o gás estivesse se espalhando.”</i> A1: <i>“Então fica no fundo do recipiente pois é mais denso que o ar.”</i> A4 lendo a pergunta 9 fala a resposta: <i>“A cor sumiu.”</i> P1 faz gestos afirmativos. Enquanto isso A3 fica conferindo as respostas de A1 e A4, meio perdida com a velocidade de raciocínio delas.</p>
<p>32m18s – 36m00s</p>	<p>A1 lê a pergunta 10: <i>“se a cor está diminuindo, para onde está indo a cor?”</i> A1: <i>“Para as partículas de brilho.”</i> A4: <i>“Brilho.”</i> A1: <i>“Foi o que ele (P1) disse.”</i> A4: <i>“Foi.”</i> Escrevem nas folhas A1: <i>“para as partículas brilhantes”</i> A1 lê a questão 11: <i>“O que são os pontos brilhantes na”</i> é interrompida por A4. A4: <i>“São as partículas do sólido.”</i> A1 lê a questão 12: <i>“ de onde surgiram estes pontos brilhantes?”</i> E fala resposta: <i>“Do sólido”</i> Confirmada por A4: <i>“Do sólido. Mas será que é só isso?”</i> A1: <i>“O professor aqui esta questão de onde surgiram estes pontos brilhantes? Do sólido.”</i> P1: <i>“Sim.”</i> A4: <i>“E essa outra. O que são os pontos brilhantes na parte superior do frasco? São as partículas do sólido. Eu coloquei. É ou não é?”</i> P1: <i>“São só as partículas? Lembrando que as partículas a gente não consegue ver.”</i> A1: <i>“É o sólido, e isso a resposta?”</i> P1: <i>“É o sólido ou não? Está no estado sólido ou não?”</i> A4: <i>“Tá né, está dizendo”</i> A1: <i>“O professor e a 10. Se a cor esta diminuindo, para onde está indo a cor? Para as partículas brilhantes., ou para o sólido”</i> P1 apontando para o iodo aderido ao vidro: <i>“Não vamos chamar isso de partículas. vamos chamar de purpurina, ou sólido brilhante ou sólido finamente dividido.”</i> A4: <i>“A tá, o sólido finamente dividido”</i> A1 e A4 apagam as respostas e começam a escrever outras. A1: <i>“Está indo para o sólido brilhante, o que ele disse?”</i> A2: <i>“Para o sólido finamente dividido.”</i> A3: <i>Qual é a resposta?</i> A4 lê a pergunta 13: <i>“O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que?”</i> respondendo: <i>“É pois a substância aquecida se transformou em vapor e... (ficou confusa)”</i> A1 interrompe: <i>“Espera ai. O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que?”</i> pausa <i>“Por que a purpurina é o sólido.”</i> A1 lê novamente a pergunta: <i>“O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que?”</i> A4: <i>“Eu estou com o pensamento na ponta da língua, mas não consigo falar.”</i> A4: <i>“Porque devido a temperatura o sólido se transformou nestas partículas finamente divididas. è isso.”</i> A1 e A4 escrevem suas respostas, enquanto A2 e A3 a essa altura um tanto fora da discussão,</p>

	tentam ficar copiando o que A1 e A4 escrevem.
36m04s -36m45s	A1: <i>O que tu colocou ai que eu não entendi?</i> A4: <i>“É que a temperatura fez o sólido se transformar nestas coisas brilhantes.”</i> A1: <i>“No vapor na realidade, ele não se transformou naquilo ali, ele foi perdendo a cor.”</i> A4 interrompe: <i>“Sim, foi um processo que resultou na mesma coisa.”</i> A1: <i>“só se agente deixar assim ele (P1) vai dizer que está errado.”</i> A1 lê a pergunta novamente: <i>“O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que?”</i> E complementa lendo a resposta que escreveu: <i>“É, pois devido ao aquecimento o sólido se transformou em vapor.”</i> E tentou com complementar: <i>“E logo após, quando houve o resfriamento ele foi se depositando nestas partes brilhantes.”</i> A4 não gostou muito da resposta formulada por A1.
36m45s - 37m47s	A1 fica escrevendo, A4 fica com cara de ‘poucos amigos’, A2 e A3 tentam ver o que A1 escreve.
37m47s - 38m18s	A1: <i>“Olha aqui como ficou A4. É, pois devido ao aquecimento o sólido transformou-se em vapor. Quando houve o resfriamento ele foi se depositando neste sólido finamente dividido.”</i> A1: <i>“O professor. Está errado não é possível!”</i>
38m19s -39m48s	A1 fica olhando para folha, A2 fica escrevendo – desenhando na folha, A3 fica escrevendo – desenhando na folha e vendo as respostas de A1, A4 fica escrevendo na folha. E depois ficam falando de outras coisas. Estão desenhando as partículas da questão 16
39m49s - 43m43s	A2: <i>“O que vocês colocaram na 14?”</i> A1: <i>“Eu não fiz a 14 nem a 15. Tu já fez?”</i> perguntando para A4 A4: <i>“Estou em dúvida.”</i> E começa a ler a questão 14: <i>“A quantidade de material brilhante é a mesma da quantidade de material contida na pedrinha colocada no início ou houve alteração na quantidade?”</i> Respondendo: <i>“Eu acho que não”</i> A1: <i>“Háhhhh???”</i> A4: <i>“Eu acho que não”</i> Pausa A4: <i>“Professor. A quantidade de material brilhante é a mesma da quantidade de material contida na pedrinha colocada no início ou houve alteração na quantidade? Eu acho que não. as partículas só se dispersam.”</i> A1: <i>“Professor a resposta da 13 não ficou clara. O material brilhante na parte superior do tubo é a mesma substância sólida que foi aquecida? Por que? Olha a minha resposta. É, pois devido ao aquecimento o sólido transformou-se em vapor. Quando houve o resfriamento ele foi se depositando neste sólido finamente dividido.”</i> P1: <i>“Tá, mas...”</i> A1 interrompe: <i>“Eu não acredito está toda essa resposta errada”</i> P1: <i>“Calma um pouquinho. Como você tem certeza que era o mesmo material?”</i> A1: <i>“Não tinha outro material ali.”</i> P1: <i>“Tá, mas poderia se pensar que havia se transformado em outro material. Então tem que ver as características do material. Por isso que a gente trabalha com características e/ou propriedades. Quais as características do sólido antes? As características que o sólido tinha antes era um sólido cinza brilhante. Quais as características que tu tem no sólido depois? Também meio acinzentado e brilhante. São parecidos. A cor cinza agente quase não pode perceber por ele estar bem finamente dividido. Mas qual outra característica mais importante que a gente fez no experimento? Quando a gente aqueceu o sólido inicial o que acontecia com ele?”</i> A1: <i>“Virava vapor.”</i> P1: <i>“Virava um vapor colorido. Quando a gente aqueceu a purpurina o que aconteceu com ela?”</i> A4: <i>“Virou um gás colorido. Então eles (referindo-se ao sólido inicial e final) eram, pois tinham a mesma características.”</i> P1: <i>“Isso. Ambos quando são aquecidos viram um gás colorido.”</i> A1: <i>“Ambos o que? É porque têm as mesmas características não é isso?”</i> P1: <i>“Quando aqueceu o sólido não virou um gás colorido?”</i>

	<p>A1: “haha” (sim) P1: “Quando foi aquecida a purpurina também não virou um sólido colorido?” A1: “haha” (sim) A4 pergunta sobre as representações das partículas na questão 16: “Estão certas essas aqui?” Importante a seguir P1 referindo-se para círculo representando o sólido inicial: “Aqui, qual é o estado físico?” A4: “Sólido elas estão todas bem juntinhas.” P1 referindo-se para o círculo representando o sólido final: “E aqui em cima?” A4: “Estão mais dispersas pois o sólido foi (fazendo gestos com as mão indicando que o sólido está espalhado) dividido. Então as partículas estão mais espalhadas” P1: “Estamos fazendo uma representação microscópica, estamos pegando um pedaço daquele sólido.” A4 fala algo que não foi possível transcrever parece “Estão juntas” P1: “Não é o mesmo sólido?” A4: “É.” P1: “Então por que estriam diferentes?” A4 referindo-se para o círculo representando o vapor: “Ahhh! Então é aqui que elas tem que estar diferentes?” P1: “Ai é o gás. Em cima é o sólido.” A4 referindo-se para o círculo representando o vapor: “Então aqui está certo?” P1: “Pode ser” A4: “Pode ser, hurr!” Não existe uma resposta correta para a questão então por isso o P1 responde ‘pode ser’ o que deixa as alunas principalmente A1 e A4 incomodadas pois elas gostam de fazer tudo ‘bem certinho’ com as respostas o mais precisas possíveis. A1 para A4: “Eu não entendi?” A4: “Aqui eles estão igual aqui” referindo-se aos círculos do sólido inicial e final A1: “A onde?” A4: “Aqui eles estão igual aqui” referindo-se aos círculos do sólido inicial e final A1: “Porque as partículas ficaram depositadas.” A4: “Por que A1?” A1: “Porque já é aquelas partículas do brilhaço, brilhaço é boa.” A4: “Nada a ver” A1: “Ta, mas não é a mesma coisa do sólido? Não tem que desenhar a mesma coisa que o sólido?” A4: “É” A1: “Por que? Porque o brilho é sólido.” A4: “Sim.” A1: “Então por que não tem nada a ver?” A4: “Não tem nada a ver com o que tu tinha falado anteriormente.” A1: Não tem nada a ver por que tu não entendeu a pergunta.” A3: Tá! Tá! para A1 parar de discutir</p>
43m43s 45m40s	<p>Ficam escrevendo nas folhas e falando sobre outras coisas do dia a dia. No tempo 45m04s A4 reclama que P1 não tinha “respondido - explicado” uma questão no caso a 14 e conseqüentemente a 15.</p>
45m42s - 46m30s	<p>A1: “Qual a resposta da 14? Alguém sabe?” A2 fala algo A1 para A4: “Tu respondeu a 14?” A4: “Eu estou em dúvida. Porque. Houve alteração na quantidade? Eu acho que não, pois ele só está mais disperso, mas o sólido é o mesmo.” A1: “Eu acho que não, pois na parte do material brilhante ainda tem partes vapor, ou seja, mesmo que, vamos dizer assim, é difícil. O material brilhante tende, ai! Quando tem o material brilhante na bordinha ali, tem também no vapor ainda, não está tudo no material brilhante. Mas eu não sei se ele está dizendo depois que já está tudo no material brilhante.” A4: “É isso que eu ia perguntar para ele, mas daí começou a falar, mas foi embora e não respondeu.” A1: “Mas respondeu a pergunta anterior, resolveu uma pergunta pelo menos.” A1 para P2: “O professor?”</p>

	P2 está ocupado com outros alunos
46m30s-	Ficam conversando sobre o dia a dia.
47m53s	A2: "A1 o que é 14? tu entendeu"
-	A1: "Eu não sei, estou esperando o professor aparecer"
48m10s	A2: "Espera ai, mas a resposta é sim, só tem que justificar." A2 fica lendo a questão
48m10s	Ficam esperando o P1, e escrevendo nas folhas, provavelmente retocando os desenhos.
-	
49m55s	
50m00s	A1: "A4 o que você colocou na 17?"
-	A4: "Eu não respondi."
57m55s	A1: "Eu coloquei assim ó. Quando sólidas, as partículas estavam bem agrupadas, quando vapor as partículas ficaram dispersas, quando brilho ele estava com suas partículas bem agrupadas, pois também é sólido. A1 fica lendo a 14 A1: "falta a 14 e a 15 que eu não sei fazer A3 chama P1, P1 aparece A3; "não entendi a 14." A1: "Eu quero saber como faz a 14. Porque assim ó, eu não sei se quando tem o material brilhante, já não é mais vapor, já está tudo brilhante. Entendeu?" P1: "Isso." A1: "Então não houve, então não pode ter ocorrido, não diminuiu a quantidade melhor dizendo? A não ser que. P1 interrompe P1: "Por que diminuiria a quantidade?" A1: "Eu não sei. Eu acho que não diminuiu a quantidade." P1: "E por que tu acha." é interrompido A4: "Só se saiu." faz um gesto com as mãos, no caso a mão subindo, talvez a representação para vapor saindo para cima de uma chaleira, mas o vapor de iodo é mais denso que o ar então sairia para baixo, mas isso não interfere na conotação que queria dizer que o gás sairia do balão. P1 e A1 falam ao mesmo tempo: "Se saísse do frasco." P1 para e A1 continua: "na forma de vapor" P1: "Se não saiu, o que aconteceu com o vapor? Se tornou sólido novamente." A4: "Então o sólido é o mesmo" P1: "Então o sólido é o mesmo" Confirmando A4 A1: "A quantidade é a mesma." P1: Se não saísse nada do frasco." A1: "Dai vai perguntar o porquê disso?" A4: "Por que o sólido não saiu do frasco. Não é por isso?" perguntando a P1. P1: "Por isso e por que mais também. Não é o mesmo sólido?" A4: "Então eu poderia dizer A1 interrompe: "que é o mesmo sólido." A4 complementa: "E que o mesmo não saiu do frasco" Escrevem suas respostas A1: "A 17 pergunta Utilizando da idéia de pequeníssimas partículas constituintes das substâncias explique o que ocorreu no sistema? Eu botei assim ó. Quando sólidas, as partículas estavam bem agrupadas, quando vapor as partículas ficaram dispersas, quando brilho ele estava com suas partículas bem agrupadas, pois também é sólido. P1: "E o que fez as partículas se agruparem e se desagruparem?" A1: "A temperatura." P1: "Então coloca." A1: "Colocar o motivo disso é a temperatura. É isso?" P1: "Não, O que o aumento da temperatura faz agrupar ou desagrupar?" A1: "Ai meu deus, então eu vou ter que apagar tudo!" P1: "Não só complementa assim as partículas são agrupadas quando tal, as partículas são agrupadas quando tal" A1 e A4 escrevem suas respostas A1: "A4 eu complementei assim. As partículas são desagrupadas quando há um aumento de

temperatura e agrupadas quando há resfriamento.”

A1 termina.

A2 e A4 continuam formulando suas respostas enquanto que A3 copia a resposta de A1.

A2 pergunta as respostas das questões 14 e 15 para A1.

A1 pergunta para o professor: *“Eu complementei assim. As partículas são desagrupadas quando há um aumento de temperatura e agrupadas quando há resfriamento. posso entregar?”*

A1 entrega a folha

fim da gravação.

Anexo 7

Material de apoio e transcrições da atividade de mistura de água e álcool realizada no dia 8 de junho

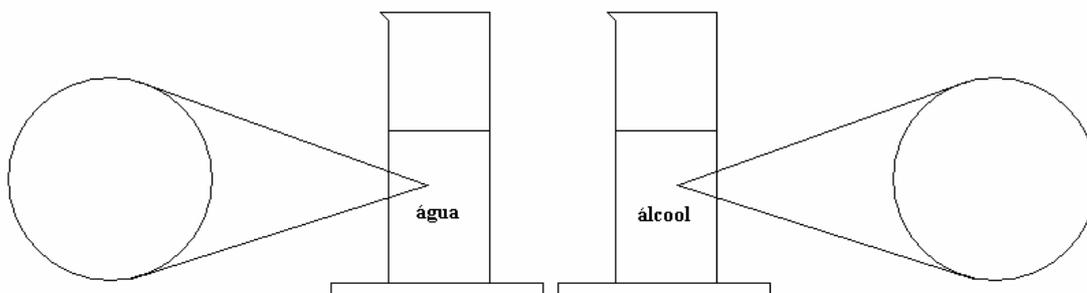
Material de apoio:

Em atividades anteriores estamos desenvolvendo a idéia de que as substâncias são formadas por pequeníssimas partículas. Propôs-se que estas partículas deveriam se arranjar de modo diferente nos três estados físicos de modo a explicar as características dos estados físicos, que são diferentes um dos outros. Como as substâncias também apresentam propriedades diferentes uma das outras, uma explicação para tal fato, pode ser pensada supondo que substâncias diferentes são formadas por partículas diferentes e por isso teriam propriedades diferentes. Na atividade a seguir continuaremos investigando a constituição das substâncias e propondo modelos representacionais para tentar explicar as propriedades e características das substâncias.

Mistura de água e álcool

Você irá receber duas provetas uma com 50 mL de água e outra com 50 mL de álcool.

1) Proponha desenhos que representem como estão as partículas na água e no álcool



2) O que você espera que ocorra quando misturamos os conteúdos das duas provetas?

3) Que valor você espera que seja o do volume final da mistura de água e álcool? Por que?

Misture os dois líquidos e agite o sistema por dois minutos.

4) Complete a tabela ao lado:

Sistema	Volume (mL)
Água	
Álcool	
Final (Água + álcool)	

5) Observe os níveis das provetas controles que estão com o professor. Eles mudaram no passar do tempo transcorrido do experimento?

Se os níveis não mudaram significa que nem a água nem o álcool sofreram evaporação significativa neste intervalo de tempo.

6) Como você explica o fato do volume final da mistura de água mais álcool ser menor que a soma dos volumes?

7) Proponha desenhos que representem como estão as partículas da água e do álcool no sistema final (mistura de água e álcool).

Transcrição

A1=BRU; A2= MAI; A3= ITE; A4= MIL; P1= prof. titular; P2=prof. auxiliar;

Tempo	Falas e ações
	A filmagem começa com as alunas já de pose do material de apoio (folha). E após elas já terem lido a introdução e também a questão 1. Pois no dialogo inicial A1 está falando sobre o tipo de representação que irá fazer para as partículas.
00m00s – 00m57s	A3: <i>“Vamos se mexe, vamos fazer!”</i> A1: <i>“Como eu vou. Como a gente vai saber como é as bolinhas?”</i> A2: <i>“Como é a 1? Eu quero saber.”</i> A1: <i>“Eu vou desenhar umas bolinhas e umas estrelinhas.”</i> A3: <i>“Ou faz uns coraçãozinhos e uma estrelinhas.”</i> A1: <i>“Sou mais do coração o álcool” rindo.</i> A3: <i>“Coração na água.”</i> A1: <i>“Não, água tem que ser bolinha, porque eu sempre desenhei a água como bolinha.”</i> Neste instante P1 comenta para tentar representar tudo por bolinhas. A1: <i>“Então professor vai ser tudo igual.”</i> A2: <i>“Não espera aí, umas vão ser mais separadas e outras vão ser mais juntas. Sei lá eu imagino.”</i> A3 tenta falar alguma coisa no meio da fala de A2 mas para. A1: <i>“Por que se s dois são líquidos?”</i> A1 <i>“pensa”</i> que sendo ambos os materiais líquidos as partículas deveriam estar arranjadas de uma maneira semelhante. A2: <i>“Sim, mas o álcool tem mais uma substância que a água não tem.”</i> O P1 falando para turma: <i>“Pessoal se forem representa tudo por bolinhas façam bolinhas diferentes para a água e para o álcool, pintem uma bolinha, ou façam de tamanhos diferentes por exemplo.”</i> A1 perguntando a P1: <i>“Isso que eu estou dizendo. Não pode ser estrela e coração?”</i> P1: <i>“Pode.”</i> A2: <i>“Tá então vou fazer assim mesmo.”</i> O P1 falando para turma: <i>“Eu estou sugerindo bolinhas que é mais fácil de desenhar.”</i> A1: <i>“Estrela é mais fácil.”</i> A2: <i>“Eu também acho.”</i> Todas ficam desenhando nas folhas A1: <i>“A bolinha nunca deu certo.”</i>
00m57s – 01m45s	Ficam desenhando nas folhas. A1 termina e fica pensando sobre as outras questões
01m45s – 02m23s	A2: <i>“A1 tem que responder estas duas questões.”</i> A1: <i>“Estou pensando”</i> Ficam quietas pensando. A1 começa a ler em voz alta a pergunta 2: <i>“O que você espera que ocorra, quando</i>

	<p><i>misturamos.</i>” (A3 interrompe) Parece que A1 consegue entender melhor as questões quando ela as lê em voz alta. A3: <i>“Mas isso tem que fazer quando tiver o experimento.”</i> A1 balança a cabeça A1: <i>“O que nós esperamos.”</i> A3: <i>“A tá. Que ele fiquem juntos”</i> Ficam escrevendo, desenhando</p>
03m42s – 07m02s	<p>A1 perguntando para A2: <i>“O que vai acontecer? As partículas vão se misturar ou não?”</i> A2: <i>“Foi isso que eu coloquei. Que eles iam se misturar.”</i> A1: <i>“Mas será que vão?”</i> A3: <i>“Eu acho que não.”</i> A2: <i>“Eu acho que sim.”</i> A3: <i>“Pega um ali, pega um ali.”</i> (referindo-se a uma proveta) interrompem para ouvir o professor P1 fala sobre o experimento que irá ser misturado o conteúdo de uma proveta com água com o de outra contendo álcool e ficarão outras duas provetas sem serem misturadas para servirem de controle. P1 circula pela sala para mostrar os níveis das provetas para os alunos se certificarem que os líquidos possuem 50mL. P1 chega com as provetas no grupo e A3 fica teimando que as duas provetas não estão iguais. As provetas não são iguais, são de modelos diferentes, mas ambas com 50mL de líquido (A3 observou o volume de uma proveta inclinada) A1 diz que os volumes tem 50mL mas A3 ainda continua teimando. A1: <i>“Ai meu Deus, o que a gente espera que aconteça. São partículas diferentes será que elas irão se misturar?”</i> A2 fala alguma coisa parecido com <i>“os dois são líquidos”</i> A1 <i>“Será que vai dar uma mistura homogênea ou uma heterogênea?”</i> A1 ri. A3 e A1 ficam brincando com a colocação Feita por A1 A3: <i>“Acho que vão se misturar também.”</i> A2: <i>“Mas tem que dizer o que a gente espera e não o que a gente tem certeza.”</i> A1: <i>“Concordo.”</i> A1 fica lendo a questão 2 e pensando. A2: <i>“E a questão 3. Que valor você espera que seja o do volume final da mistura de água e álcool?”</i> A1 concentrada na questão 2 não ouve A2 A2 chama A1 A2: <i>“O que tu acha na número três?”</i> A1: <i>“Eu nem li a número três.”</i> A2: <i>“Essa é mais difícil”</i> A1 lê a questão 3: <i>“Que valor você espera que seja o do volume final da mistura de água e álcool?”</i> e complementa <i>“100mL”</i> e ri. A2: <i>“Eu acho que deve aumentar sinceramente.”</i> A1: <i>“Por que?”</i> A2: <i>“Agora é isso, entendeu? (referindo-se a colocação que ela tinha feito anteriormente, dizendo que esta questão era mais difícil).”</i> A2: <i>“Porque o álcool tem mais substâncias que a água, sei lá, uma coisa assim, sei lá.”</i> Neste momento P1 pergunta para os alunos da turma se eles já haviam respondido as questões 1, 2 e 3. A1: <i>“A gente está esperando o senhor fazer para depois responder.”</i> P1: <i>“Não”</i> A1: <i>“Eu não sei o que vou dizer.”</i> A1 lendo a questão 2: <i>“O que você espera que ocorra”</i> e complementa <i>“Eu espero que ocorra uma coisa legal. Ai meu Deus!”</i> Pode-se notar novamente a preocupação, principalmente de A1, em escrever uma resposta “certa”, que não seja incoerente. Mesmo que estas questões sejam somente de prever o que poderá acontecer e portanto, não possuem uma resposta correta. A1: <i>“A mistura vai se misturar, vai ser solúvel um com o outro, sei lá.”</i> Fica pensando A3 para A2: <i>“O que você colocou na 3?”</i></p>

	<p>A2: <i>“Que aumente, devido ao álcool obter mais substâncias.”</i> A3: <i>“OK.”</i></p>
07m06s – 11m05s	<p>P1 pergunta para a turma o que haviam colocado na questão 2: <i>“O que vocês disseram que ia ocorrer quando misturar os dois?”</i> A1: <i>“Eu não sei, de repente as partículas vão se mis...(misturar), eu não sei”</i> P1: <i>“O álcool e a água são totalmente miscíveis, se misturam totalmente. Então o que vai acontecer com as partículas?”</i> A1: <i>“Vão se misturar.”</i> A1 escreve a resposta na folha. P1: <i>“O que vai acontecer com o volume total?”</i> Outro aluno: <i>“Vão aumentar”</i> P1: <i>“Aumentar quanto?”</i> O aluno anterior: <i>“50 mL.”</i> P1: <i>“tá. E quanto vai ser o volume final?”</i> O mesmo aluno: <i>“100 mL”</i> P1: <i>“100 mL. Por que vai ser 100 mL?”</i> vários alunos: <i>“50 da água e 50 do álcool”</i> P1: <i>“Então o volume final vai ser 100ml pois tem 50 ml de água e 50mL de álcool”</i> Neste instante A1 fica surpresa e indignada que a resposta era ‘tão simples’ A1: <i>“Ahhh!. Está brincando! Está brincando!”</i> P1 continua conversando com os outros alunos (com a turma) não foi possível transcrever mas, Alguém diz que o álcool evapora, outro fala sobre dissolver. P1: <i>“O que tu entende por dissolver? O que vai acontecer com as partículas?”</i> Alguém fala novamente que o álcool vai evaporar. P1: <i>“Falaram em evaporar, né?”</i> A1 comenta: <i>“É o álcool evapora.”</i> P1: <i>“Por isso que tem estas duas provetas com água e álcool que nós não vamos mexer, para justamente fazer o teste controle para ver se evapora ou não neste intervalo. Então estes frascos estão aqui sem se mexer para ver se neste meio tempo que eu fiquei andando para lá e para cá, o álcool e a água evaporam.”</i> A1 <i>“A água não.”</i> Alunos ao fundo comentam alguma coisa. P1: <i>“Tenho água e álcool aqui”</i> A1: <i>“Mas o álcool evapora com mais facilidade?”</i> P1: <i>“Sim. Mas estão aqui os controles para ver se neste meio tempo que a gente está fazendo as coisas evapora uma quantidade suficiente para alterar o volume. De repente eu vejo aqui assim que evaporou 5mL neste meio tempo, então a explicação que eu vou dar em termos da diminuição do volume é que o álcool evaporou ou que a água evaporou. Ou que condensou água tem vapor de água no ambiente, ou tem alguns alunos pinguços e tem vapor de álcool no ar e entrou álcool aqui. P1 fala mais umas brincadeiras sobre os “bebuns” de final de semana.</i> P1: <i>“Então voltando a dissolução. O que acontece com as partículas? Elas desaparecem?”</i> P1 continua falando mas há muito barulho e não é possível captar o que está sendo falado entre P1 e outro grupo de alunos, mas tem a ver com as partículas das substâncias. Quando dá para captar novamente P1 Fala: <i>“A idéia de partícula é assim: As substâncias são representadas por partículas, a água é feita por partículas, o álcool é feito por partículas. Se a partícula mudar o que estaria acontecendo com a substância? Mudaria também. Então a partícula não pode mudar. Vocês têm que se darem conta que para mudar a partícula, muda a substância. Cada substância tem a sua partícula. Geralmente o que muda de um estado físico para outro é o tipo de interação que vocês têm entre as partículas. O tipo mais comum de desenhos que vocês fazem é o sólido as partículas estão bem juntinhas, no líquido estão separadas e no gás bem separadas. Vocês desenham a mesma partícula, pode ser bolinha, só aumenta a distância entre elas, conforme o estado físico que aparece. Agora no caso na mistura um líquido no outro. As partículas de água vão desaparecer? As partículas de álcool vão desaparecer?”</i> A1 fala baixo e P1 não escuta: <i>“Não. Vão se misturar.”</i> Outros alunos também falam algo. P1 continuando o raciocínio anterior: <i>“Então está. Vão formar uma nova substância? Que substância é formada?”</i> Um aluno comenta algo.</p>

	<p>P1: <i>“Mas o álcool desaparece daqui?”</i> Aluno: <i>“Não”</i> P1: <i>“A água desaparece daqui?”</i> Aluno: <i>“Não”</i> Alunos comentam alguma coisa. P1: <i>“Não estão só misturados a água e o álcool.”</i> Alunos comentam algo. P1: <i>“Ainda existe água e ainda existe o álcool, mas estão misturados”</i> Aluno: <i>“Sim”</i> Alunos comentam algo a respeito de fazer logo mistura. P1: <i>“Eu estava comentando com vocês se ia formar um novo material. Então vamos misturar isso de uma vez.”</i></p>
11m05s – 16m56s	<p>P1 mistura os dois líquidos Algum aluno comenta de brincadeira que queria beber a mistura. A1 comenta que este tipo de álcool e que são vendidos nos mercados possuem desnaturantes justamente para as pessoas não beberem. A3 comenta com as colegas, ela não sabia o nome, sobre tomar tequila com sal e limão. P2 que estava ao lado comenta o porquê do sal e do limão. P1 fica circulando pela sala para mostrar a proveta contendo a mistura de água e álcool para os alunos conferirem o volume. A3 continua falando das margueritas. Após alguns minutos que o P1 já ter mostrado a proveta para alguns grupos começa a haver um “murmúrio” muito grande na sala, dos alunos comentando as questões (Espero). A1 e A2 ficam ‘brincando de discutir’ pois A2 tinha mandado A1 fazer uma coisa e ela não gostou da ‘ordem’ P1 chega com a proveta no grupo</p>
16m57s – 18m54s	<p>A1 e A3 olham para a proveta colocada em cima da mesa e conferem o volume. A1: <i>“Não tem 100mL”</i> As alunas continuam discutindo sobre o temperamento de A1 dizendo que ela estava muito estranha, brincam que era porque A4 não tinha vindo e ficam nesta brincadeira por mais alguns minutos. A1: <i>“Mas o que tem para fazer?”</i></p>
18m54s – 20m11s	<p>A1 chama o P1 P1 chega no grupo. A1: <i>“Na dois eu coloquei: As partículas vão se misturar. Na três: Vai ser 100mL, água mais álcool.”</i> P1 confirma: <i>“Tá.”</i> A1: <i>“Na quatro pede para a gente completar. Como é que eu vou saber se está misturado? Vai dar 50 e 50 de novo?”</i> P1: <i>“Sim, tinha 50 de água e 50 de álcool.”</i> A1 escreve na folha A1: <i>“E no final 100mL”</i> P1: <i>“Olha”</i> apontando para a proveta. A1: <i>“Agora não tem mais, tem 99.”</i> P1: <i>“98”</i> A1 olha novamente para a proveta, mas não se convence muito. P1: <i>“Olha sempre na parte de baixo da ‘bolha.’”</i> (apontando para o menisco) A1 olha novamente. A1: <i>“Ela não fez bolha hoje.”</i> P1 aponta para o menisco fazendo com o dedo seu formato e falando alguma coisa que não foi possível captar no áudio. A1: <i>“Ah tá!”</i> P1: <i>“É menisco que se chama, mas podemos falar bolha.”</i> A1: <i>“A bolha”</i> A2 pergunta para A3: <i>“Tem 98?”</i>. A3: <i>“Sim é 98.”</i> A1: <i>“98”</i> A1: <i>“Agora o que a gente faz? A1 lê o início da questão 5: “Observe os níveis das provetas</i></p>

	<p><i>controles que estão com o professor.</i>” E complementa com uma pergunta: “<i>Quanto que está lá professor (P1)?</i>”</p> <p>P1: “<i>50 mL, não evaporou ‘nada’</i>”</p> <p>P1: <i>Eles não mudaram continuam com 50.</i>”</p> <p>P1 levanta para ir para outro grupo</p> <p>A1: “<i>Por que não?</i>”</p>
20m12s – 22m49s	<p>A2: “<i>A número quatro ou a número cinco?</i>”</p> <p>A1 fica pensando enquanto A3 escreve na folha e A2 copiando a folha de A1 também escreve alguma coisa na folha.</p> <p>A2: “<i>Sim não é? Mudaram ou não? Sim não é?</i> Referindo-se a resposta da questão 5.</p> <p>A1: “<i>Não.</i>”</p> <p>A2: “<i>Não!?</i>” com voz de espanto.</p> <p>A1: “<i>Eu não entendo como aconteceu isso.</i>”</p> <p>A2: “<i>O seguinte, ele passou uma vez para gente dai no caso estava 100mL e a outra vez que passou estava 98mL porque o álcool evapora mais rápido que a água.</i>”</p> <p>A3: <i>Não porque o professor misturou tudo.</i>”</p> <p>A1 interrompe e diz para A2: “<i>Não. Tu não entendeu. Eu quis dizer, tudo bem, a mistura deu 98, mas por que o álcool e a água não evaporaram?</i>”</p> <p>A2: “<i>Pois é. Mas passou um tempo não é? Agora tem que esperar passar de novo.</i>”</p> <p>A1: “<i>Mas passou o mesmo tempo que passou a mistura.</i>”</p> <p>Ficam alguns segundos quietas, A1 está formulando uma idéia.</p> <p>A1: “<i>por que não evaporou? Porque a mistura é mais rápida a evaporação.</i>” Para e dá risadas.</p> <p>A2: “<i>É por que não evaporou?</i>”</p> <p>A1: “<i>É por que não evaporou?</i>”</p> <p>A3: “<i>Ele fez errado, o professor</i>”</p> <p>A1: “<i>Ahh! Com certeza.</i>”</p> <p>A3: “<i>Ou não.</i>”</p> <p>A1 chama o professor “<i>O professor.</i>”</p> <p>A1: “<i>Professor (P1), por que não evaporou? Eu não entendi</i>”</p> <p>P1 “<i>Como?</i>”</p> <p>A1: “<i>Como da 98 nos outros? Nos outros também teria que dar 49 e 49.</i>”</p> <p>P1: “<i>Tinha 50 mais 50 e deu 98.</i>”</p> <p>A1: “<i>Não. Não, não, não, espera aí.</i>” Da risadas</p> <p>A3: “<i>Eles evaporaram</i>”</p> <p>P1: “<i>Não.</i>”</p> <p>A1: “<i>Eu entendi que eles não evaporaram.</i>”</p> <p>P1: “<i>Isso mesmo eles não evaporaram. Aqueles frascos, aqueles testes controles.</i>” é interrompido por A1.</p> <p>A1: “<i>Eles não evaporaram porque não mexeram neles.</i>”</p> <p>P1: “<i>Não.</i>”</p> <p>A1: <i>Ai meu deus.</i>”</p> <p>P1: <i>Se aqueles frascos controles evaporassem.</i>” A1 confirma com um ‘aha’ “<i>eu poderia dizer que o volume diminuiu por causa que evaporou algum material.</i>”</p> <p>A1: “<i>Tá</i>”</p> <p>P1: “<i>Como eu tenho aquele controle e, eles não evaporaram, não diminuiram de volume. Neste intervalo de tempo não evaporou o suficiente para dizer que evapora.</i>”</p> <p>A1: “<i>Aha</i>”</p> <p>P1: “<i>Então tu não pode dizer que o volume diminuiu porque evaporou. Tem que criar outra explicação para o volume diminuir.</i>”</p> <p>A1: “<i>Aha tá, Então a pergunta é a seguinte Se os níveis não mudaram significa que nem a água nem o álcool sofreram evaporação.</i>” é interrompida por P1</p> <p>P1: “<i>Essa é a explicação para a questão posterior.</i>”</p> <p>A1 continua lendo agora a questão 6: “<i>Como você explica o fato do volume final da mistura de água mais álcool</i>” e termina de ler a questão sem voz e complementa: “<i>Ai professor como eu vou explicar isso?</i>”</p> <p>P1: “<i>Pelo modelo de constituição da matéria que a gente têm.</i>” P1 interrompe para ver alguma coisa sobre a gravação e volta com um microfone.</p>

23m04s -24m02s	<p>P1: <i>“Pelos modelos que a gente está criando aqui assim.”</i> (P1 aponta para a folha de A1 na qual estavam as representações da água e do álcool). <i>“Tem só partículas aqui?”</i></p> <p>A3: <i>“Sim.”</i></p> <p>A1: <i>“Como assim?”</i></p> <p>P1: <i>“Tá. Tem partícula aqui, tem partícula aqui”</i> apontando para as partículas desenhadas na representação do álcool e da água. <i>“Me vê uma caneta um lápis, tanto faz.”</i></p> <p>A1 alcança uma lapiseira para o P1.</p> <p>Com o auxílio da lapiseira P1 indica na representação um local onde está desenhada uma partícula e comenta: <i>“Tem uma partícula aqui, certo?”</i></p> <p>A1: <i>“Certo.”</i></p> <p>A3: <i>“Sim.”</i></p> <p>Agora apontando para outra partícula desenhada P1 comenta: <i>“O que tem aqui? Partícula não é?”</i></p> <p>A1: <i>“Sim.”</i></p> <p>A3: <i>“Sim, todas são”</i></p> <p>P1: <i>“O que tem aqui?”</i> *Apontando para uma região “em branco na representação.</p> <p>A1: <i>“Partículas.”</i></p> <p>P1: <i>“Aqui”</i> apontando com mais ênfase para o lugar onde não havia nada desenhado.</p> <p>A3: <i>“Não”</i></p> <p>P1: <i>“Você desenhou partículas aqui?”</i></p> <p>A1: <i>“Não, mas deve ter.”</i></p> <p>P1: <i>“Tá, mas tu não desenhou. O que é para ser aqui? O que para ter aqui onde tu não desenhou nada?”</i></p> <p>A1: <i>“Ai professor. O que é para ter ali?”</i> pergunta para A3</p> <p>A3: <i>“Nada”</i></p> <p>P1 confirma: <i>“Nada! Não é”</i></p> <p>A1: <i>“Ai que lógica esta resposta.”</i></p> <p>P1: <i>“se tu não desenhou nada ali é porque não deve ter nada ali.”</i></p> <p>A3: <i>“Nada.”</i></p> <p>P1: <i>“Ou a gente pode dizer que está um espaço vazio, se não tem nada ali, não é?”</i></p> <p>A1: <i>“Aha, tá”</i></p> <p>P1: <i>“Quando tu mistura este com este”</i> apontando para os desenhos do álcool e da água. <i>“Será que este espaço vazio não pode diminuir?”</i></p> <p>A3 fala no meio da fala de P1: <i>“Juntar?”</i></p> <p>A3: <i>“Juntou?”</i></p> <p>P1: <i>“Tu não misturou tudo? Não vão estar misturadas estas partículas com estas partículas?”</i> apontando para as partículas de água e álcool das representações da folha. <i>“Elas podem se juntar e diminuir o espaço vazio que tem entre elas. É uma próxima interação que tem ai”</i></p> <p>Chega um outro aluno para pedir explicações</p>
24m03s – 24m20s	<p>p1 fica dado explicações para o outro aluno</p> <p>A1 <i>“Então, como você explica o fato?”</i> lendo a questão 6 e complementa: <i>“Porque no juntar-se as partículas, quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas. Então quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas, é isso?”</i></p> <p>P1: <i>“Pode.”</i></p> <p>P1 levanta e vai para outro grupo.</p>
24m 21 s – 28m 15s	<p>Ficam quietas escrevendo nas folhas e conferindo as respostas, A3 copia a resposta de A1</p> <p>A2 pede para A1 para confirmar a resposta dada.</p> <p>A2: <i>“Quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço entre elas.”</i></p> <p>A1: <i>“Quando as partículas se juntaram diminuiu o espaço vazio entre elas.”</i></p> <p>Ficam quietas escrevendo –desenhando nas folhas olhando as folhas.</p> <p>A1 está desenhando a representação da mistura de água e álcool pedida na questão 7, A2 começa um pouco depois e A3 logo em seguida de A2.</p>
28m15s – 33m 42s	<p>A parte a seguir foi feita fora do ângulo de filmagem e com pouca captação de áudio.</p> <p>P1 mostra para a turma um frasco contendo bolinhas de gude e sagus para fazer analogias com os modelos que estão sendo criados. Mostra que as bolinhas podem se mover uma em relação as outras podendo ser pensado como uma representação para o estado líquido.</p> <p>Coloca as bolinhas de gude em um outro frasco enchendo-o de bolinhas de gude até a borda.</p> <p>Pergunta se está cheio. Mostra as bolinhas de sagu, também podem ser representações para o</p>

	<p>estado líquido. Coloca o sagu no frasco contendo as bolinhas de gude, o sagu vai ocupando os espaços vazios que existem entre as bolinhas de gude. P1 comenta que isso pode ser uma analogia do que ocorre com as partículas de água e álcool quando elas são misturadas.</p> <p>P1 adiciona ainda sal ao frasco contendo bolinhas de gude e sagu, novamente uma grande quantidade de material pode ser colocando no frasco que estava ‘cheio’.</p> <p>P1 vai dando outras explicações e comenta que poder-se-ia adicionar água ao sistema e entraria uma boa quantidade de água. Os alunos pedem para fazer isso. P1 diz que não vai fazer por causa da sujeira que ia dar. Os alunos não sabiam porque. P1 pergunta se os alunos já sabiam o acontece quando coloca-se água ou pouca água no sagu. Como a grande maioria nunca tinha visto como era o ‘sagu molhado’ P1 molha – com pouca água- em outro recipiente uma pequena quantidade de sagu.</p> <p>P1 também mostra um aglomerado feito de bolinhas de sagu molhadas e secadas no micro ondas, que ficou bem rijo, que era possível dar pequenas batidas sobre a mesa que ele não quebrava. Esse ‘aglomerado’ foi feito para ser uma possível representação do estado sólido onde as partículas estariam ‘fichas’ uma em relação as outras.</p> <p>Neste tempo A1, A2 e A3 ficam fazendo seus desenhos. A3 pede para A2 desenhar as bolinhas ‘redondas’ para ela.</p> <p>P1 leva o frasco da mistura para o grupo olhar e deixa-o sobre a mesa.</p>
<p>33m20s – 34m10s</p>	<p>A2 vê que A1 está fazendo outras coisas no seu desenho da questão 7 e pergunta: “O que está fazendo?” e se aproxima para observar “que bonitinho, eu também quero fazer isso no meu.”</p> <p>A1: “Isso são as partículas”</p> <p>A2: “Mas tem que fazer isso também?”</p> <p>A1: “É isso que está pedindo, não é para desenhar o recipiente.”</p> <p>A2: “Não é para desenhar até onde fica?”</p> <p>A1: “Não A2, pede para ti como” A1 lê a questão 7 “Proponha desenhos que representam como as partículas da água e do álcool.”</p> <p>A2 começa a desenhar as partículas.</p> <p>A3 entrega sem desenhar as partículas.</p> <p>A filmagem é encerada.</p>

Anexo 8

Carta de consentimento informado e autorização para participar do projeto entregue aos alunos e seus responsáveis.

Colégio Estadual Paula Soares

Prezado participante.

Estamos realizando um projeto de investigação com o objetivo de analisar os processos de construção de conhecimento em química, realizados por alunos do nível médio de escolaridade. O mesmo está integrado ao Curso de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Estão envolvidos nesta investigação o professor da disciplina de química do colégio e o grupo de pesquisa da Área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS. Por meio deste documento solicitamos a sua concordância em participar do projeto, no qual se pretende registrar as atividades de sala de aula na forma de gravação em vídeo, documentos escritos e entrevistas.

Os resultados deste estudo serão utilizados para produção de textos de caráter científico com objetivo de divulgação do mesmo. O seu nome não aparecerá e será mantido em rigoroso sigilo.

Agradecemos a sua participação.

Cordialmente:

(assinatura)

Vander Edier Ebling Samrsla
Pesquisador e professor do colégio

Consinto em participar deste estudo.

Nome do aluno:

Assinatura do responsável:

Data: