UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE QUÍMICA

INSTITUTO DE FÍSICA

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DANILO JOSÉ FERREIRA PINTO

A abordagem multimodal como estratégia de ensino em um minicurso sobre interações interpartículas

São Paulo

Agosto/2016

DANILO JOSÉ FERREIRA PINTO

A abordagem multimodal como estratégia de ensino em um minicurso sobre interações interpartículas

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

Versão corrigida. Disponível na Biblioteca do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP) e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.

Área de concentração: Química

Orientador: Prof. Doutor Agnaldo Arroio

São Paulo

Agosto/2016

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

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

Pinto, Danilo José Ferreira

A abordagem multimodal como estratégia de ensino em um minicurso sobre interações interpartículas. São Paulo, 2015.

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

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio

Área de Concentração: Química.

Unitermos: 1.Química - Estudo e ensino; 2.Multimodalidade; 3.Modelo; 4.Ensino e aprendizagem.

USP/IF/SBI-116/2015

NOME: PINTO, Danilo José Ferreira

TÍTULO: A abordagem multimodal como estratégia de ensino em um minicurso sobre interações interpartículas

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

Área de concentração: Química

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

À Camila Exner, minha companheira de vida, pela presença incansável e apoio ao longo do período de elaboração deste trabalho. Agradeço com amor, admiração e gratidão por sua compreensão e carinho.

Ao meu filho, Augusto Cunha Ferreira, que me ensina todos os dias que a vida é feita de aprendizados constantes. Obrigado pelo sorriso, pelo abraço apertado e por todo os momentos que fomentaram a minha vontade de aprender mais.

A toda a minha família, especialmente à minha mãe, que sempre apoiou e deu suporte para minhas escolhas e à minha querida avó Majô, que deixou marcas inesquecíveis através do amor e dedicação desprendidos em minha criação.

Aos meus amigos pelos períodos de dedicação, compreensão e paciência nos momentos de trabalho e reclusão. Em especial, agradeço a Rafael B. de Freitas e Klaus Contiero pela camaradagem e aos meus colegas de pesquisa pelas trocas de experiência.

Ao meu professor e orientador Prof. Dr. Aguinaldo Arroio pelo suporte acadêmico, dedicação e paciência.

Aos alunos participantes da pesquisa, pela possibilidade de me ajudarem a tecer diálogos e continuar acreditando nos processos de ensino e aprendizagem.

À Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, ao Laboratório de Práticas Educativas em Química (LAPEQ) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de Mestrado.

A todas as pessoas que estiveram presentes na minha vida nessa fase, seja no âmbito pessoal ou profissional, e que deixaram marcas em mim e indiretamente neste trabalho. Em especial aos meus sogros Beto Exner e Angélica Marins Exner e aos colegas de trabalho das instituições de ensino Villare e See-Saw Panamby.

“Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”

(Paulo Freire)

RESUMO

DANILO, J. F. P. **A abordagem multimodal como estratégia de ensino em um minicurso sobre interações interpartículas.** 2016. 192 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

No ensino médio, o conceito de interações interpartículas é sistemático e classificatório em detrimento de um tratamento mais crítico acerca do sistema estudado. A correta compreensão deste conceito é importante para que o aluno possa explicar diversas propriedades físicas das substâncias (MENDES, 2007). Nesta perspectiva, a abordagem multimodal oferece suporte aos métodos de avaliação, elaboração de estratégias e pesquisas na área de ensino, pois o uso de diversas linguagens facilita a compreensão do objeto de estudo pelos seres humanos (MAYER, 2003). Neste trabalho são analisadas as potencialidades e as limitações dos modelos dos estudantes de ensino médio em interações interpartículas e suas interfaces com as propriedades físicas das substâncias em um minicurso oferecido na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Os modelos expressos pelos estudantes são fomentados pela metodologia de ensino e aprendizagem do minicurso, a qual é suportada pelo uso de diversos modos de comunicação nos moldes da abordagem multimodal (MAYER, 2003). Os modelos são analisados de acordo com a frequência de acionamento de variáveis explicativas utilizadas pelo estudante para explicar e/ou predizer determinado fenômeno no contexto de resolução de problemas, enquanto que as limitações explicativas do modelo são contabilizadas qualitativamente via análise de conteúdo. Os resultados apontam que o uso de múltiplos modos de comunicação e informação se mostrou eficiente no fomento da produção discursiva em uma sala de aula heterogênea e auxiliou os estudantes durante o processo de aprendizagem, pois os modelos expressados evoluíram ao longo do minicurso em termos de complexidade, com cada vez menos limitações.

Palavras chave: modelos; multimodalidade; visualização; ensino de química

ABSTRACT

DANILO, J. F. P. **The multimodal approach as a teaching strategy in a course on interparticle interactions.** 2016. 192 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

In high school, the concept of interparticle interactions is systematic and classificatory as opposed to a more critical treatment on the studied system. The correct understanding of this concept is important for the student to explain the physical properties of substances (MENDES, 2007). In this perspective, the multimodal approach supports the methods of evaluation, strategizing and research in the area of education, since the use of different languages facilitates the understanding of the study object by humans (MAYER, 2003). This paper analyzes the potential and limitations of high school students' models in interparticle interactions and their interfaces with the physical properties of substances in a short course offered at the Faculdade de Educação at Universidade de São Paulo (USP). The models expressed by students are fostered by the teaching and learning methodology of the course, which is supported by the use of different modes of communication in the molds of multimodal approach (MAYER, 2003). The models are analyzed according to the frequency of use of explanatory variables used by the student to explain or predict a given phenomenon in problem solving context, while the explanatory limitations of the model are counted qualitatively through content analysis. The results appoint that the use of multiple modes of communication and information are efficient in fostering the discursive production in a heterogeneous classroom and helped students during the learning process, because the expressed models evolved over the course in terms of complexity and with fewer limitations.
Key words: models; multimodality; visualization; chemistry teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Modelo de aprendizagem a partir da abordagem multimodal adaptado de Moreno e Mayer (2007). 18
Figura 2. Esquema das ferramentas disponíveis para a aprendizagem multimídia. 18
Figura 3. Simulação de modelos para o átomo de hidrogênio. 24
Figura 4. Modelos de ligações químicas que geralmente são apresentados aos estudantes durante a vida escolar. 25
Figura 5. Simulação sobre polaridade molecular. 25
Figura 6. Simulação sobre polaridade molecular. 26
Figura 7. Kit atomlig 77 utilizado como material didático durante todo o minicurso. 27
Figura 8. Modelo de potencial eletrostático para as moléculas de água (a) e tetracloroeteno (b). 27
Figura 9. Simulação de um possível modelo explicativo para os resultados do experimento. 28
Figura 10. Simulação de um modelo explicativo para a energia envolvida no processo de transformação de estado físico. 29
Figura 11. Simulação de um modelo explicativo para os tipos de interações interpartículas. 30
Figura 12. Simulação de um modelo explicativo para os tipos de interações interpartículas. 34
Figura 13. Simulação "Efeito salting-out". 35
Figura 14. Evolução dos modelos expressos em função de variáveis explicativas. 62
Figura 15. Evolução dos modelos dos estudantes ao longo das atividades do minicurso em função do potencial em migrar para o submicroscópico. 64
Figura 16. Representação de formação de ligação (apêndice E, questão 1b). 66
Figura 17. Representação de ionização de compostos moleculares apêndice D, questão 3. 66
Figura 18. Posicionamento de um estudante sobre a importância do uso da simulação. 68
Figura 19. Posicionamentos a favor acerca da utilização da simulação combinada ao experimento. 69
Figura 20. Posicionamento de um estudante que defende a simulação como único método instrucional. 70
Figura 21. Posicionamento de um estudante sobre o uso do modelo bola-vareta. 72
Figura 22. Relato de um estudante sobre o uso do modelo bola-vareta. 72
Figura 23. Posicionamento de um estudante que defende a não utilização do modelo bola-vareta. 73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sequência pedagógica do minicurso sobre interações intermoleculares. 23
Tabela 2 – Algumas variações dos termos que caracterizam o tipo de interação intermolecular encontrados em livros didáticos, testes de vestibulares e provas de concursos..... 31
Tabela 3 – Dados fornecidos para a atividade investigativa..... 32
Tabela 4 – Materiais fornecidos para a investigação..... 32
Tabela 5 – Instrumentos de coleta de dados. 38
Tabela 6 – Categorias que emergiram da análise da questão 1a e 1b..... 41
Tabela 7 – Categorias que emergiram da análise da questão 2. 45
Tabela 8 – Categorias que emergiram da análise da questão 3. 46
Tabela 9 – Variáveis explicativas utilizadas pelos estudantes para justificar a polaridade do C2Cl4 e da H2O. 47
Tabela 10 – Categorias que emergiram da análise da questão 4 (Apêndice B)..... 48
Tabela 11 – Poder de previsão dos modelos dos estudantes (hipóteses) 51
Tabela 12 – Variáveis explicativas acionadas pelos estudantes para explicar o fenômeno da evaporação. 51
Tabela 13 – Categorias de análise em função das variáveis explicativas 54
Tabela 14 – Categorias que emergiram da análise da questão 2 (apêndice D)..... 57
Tabela 15 – Categorias que emergiram da análise da questão 5 (apêndice E). 60
Tabela 16 – Frequência de formas de representação das partículas durante o minicurso. 63
Tabela 17 – Limitações dos modelos dos estudantes e a capacidade de superação destas ao longo do curso. 65
Tabela 18 – Frequência de estudantes que aplicaram seus modelos explicativos em contextos distintos. 68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 NÍVEIS REPRESENTACIONAIS 12
1.2 MODELOS NO ENSINO 13
1.3 AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM ACERCA DOS ESTADOS DE AGREGAÇÃO DA MATÉRIA 14
1.4 APRENDIZAGEM MULTIMODAL 16
1.5 QUESTÕES DE PESQUISA 21
1.6 OBJETIVOS 21

2. METODOLOGIA 22

2.1 METODOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DO MINICURSO 22
2.1.1 Aula 1 – Modelos científicos e polaridade molecular 23
2.1.2 Aulas 2 e 3 – Interações intermoleculares e a mudança de estado físico 29
2.1.3 Aula 4 – Solubilidade e as interações intermoleculares 33
2.2 METODOLOGIA DE PESQUISA 35
2.2.1 Participantes 35
2.2.2 Instrumentos de coleta de dados 36
2.2.3 Análise dos dados 39

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 40

3.1 BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS 40
3.2 MODELOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES 41
3.2.1 Modelos explicativos sobre mudança de estado físico 41
3.2.2 Análise das representações pictóricas sobre solubilidade 44
3.3 ANÁLISE DOS MODELOS SOBRE POLARIDADE MOLECULAR 47
3.4 ANÁLISE DOS MODELOS RESULTANTES DA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA 50
3.5 ANÁLISE DOS MODELOS SOBRE MISCIBILIDADE E INTERAÇÃO INTERMOLECULAR 53
3.6 ANÁLISE DOS MODELOS EXPRESSOS AO FINAL DO MINICURSO 58
3.6.1 Modelos expressos sobre mudança de estado físico 58
3.6.2 Análise das representações pictóricas sobre solubilidade 59
3.6.3 Análise dos modelos aplicados em contextos distintos 60
3.7 AS MUDANÇAS OCORRIDAS NOS MODELOS EXPRESSOS DOS ESTUDANTES AO LONGO DO MINICURSO. 61
3.7.1 Frequência de acionamento das variáveis explicativas. 62
3.7.2 Formas de representação das estruturas. 62
3.7.3 Utilização de modelos no submicroscópico para explicar e/ou predizer fenômenos no macroscópico. 64
3.7.4 Superação ou persistência das limitações dos modelos. 65
3.7.5 Modelos aplicados em outro contexto. 67
3.8 A MULTIMODALIDADE NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM. 68

4. CONCLUSÕES 75

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL 86

APÊNDICE B – EXPLORANDO A POLARIDADE A PARTIR DO MACROSCÓPICO 88

APÊNDICE C – INVESTIGANDO A FORÇA DAS INTERAÇÕES 90

APÊNDICE D – EXPERIMENTO SALTING-OUT 97

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO FINAL 99

APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 104

APÊNDICE G – TRANSCRIÇÃO DOS EPISÓDIOS DE AULA 105

1 Introdução

1.1 Níveis representacionais

A grande questão que permeia todo o processo de ensino e aprendizagem está em “O que o aluno aprendeu?”. Para tentar responder a esta questão, a maioria dos educadores utiliza da concepção de avaliação enquanto sistema classificatório, preferindo a forma tradicional (prova escrita), a qual é maçante para o aluno e para o professor (LUCKESI, 2000). Entretanto, novos paradigmas requerem uma mudança no processo de avaliação, em que é necessário fornecer constantemente, a todos os agentes envolvidos no processo, um *feedback* a respeito do desempenho do ensino e das aprendizagens. Nesta concepção, o processo de desenvolvimento do ensino e de construção das aprendizagens sofre constantes ajustes e regulações para ter êxito na sua efetivação (PERRENOUD, 1999).

Avaliar a aprendizagem não é trivial, ainda mais no campo da química e suas transformações, pois, para sua completa compreensão, se faz necessário transitar por entre três níveis de representação: o macroscópico, que corresponde ao campo do fenomenológico compreendido a partir dos sentidos; o submicroscópico, natureza não observável e abstrata; e o simbólico, universo dos símbolos e códigos próprios das ciências (GILBERT e TREAGUST, 2009; JOHNSTONE, 1991, 1993, 2000; TREAGUST, CHITTLEBOROUGH e MAMIALA, 2003). Segundo Johnstone (1991), o químico experiente consegue migrar livremente por entre estes níveis representacionais como num processo de ginástica mental. Cabe ressaltar que os níveis representacionais não possuem ordenação hierárquica, sendo a tradução livre do termo “*level of representation*”.

Relacionar e integrar estes níveis exige do aprendiz grande capacidade cognitiva e, portanto, pode ser considerado como um fator dificultante para o entendimento dos fenômenos químicos que deriva da própria epistemologia desta ciência como disciplina. Estudos apontam que os estudantes, frequentemente, não estabelecem relações apropriadas entre o nível macro e o submicroscópico (POZO, 2001; KOZMA e RUSSELL, 1997; GILLESPIE, 1997) e não conseguem

compreender as relações entre as diferentes representações químicas (WU, KRAJCIK e SOLOWAY, 2001).

Quando os aprendizes conseguem relacionar os níveis representacionais eles conseguem estabelecer significados para diversos conceitos químicos, mas para que eles possam adquirir esta habilidade, é necessário que eles estejam cientes da existência destes níveis e da necessidade de realizar esta ginástica mental (JOHNSTONE, 1991). Por outro lado, se os alunos são instruídos de modo a compreender os fenômenos químicos a partir dos três níveis representacionais, mas de maneira isolada, eles serão capazes de resolver problemas de maneira sistemática e algorítmica, mas não serão capazes de compreender o significado que há por trás dos fenômenos químicos envolvidos (TREAGUST et al., 2003). Para auxiliar no processo de transição por entre os três níveis de representação, utilizam-se modelos.

1.2 Modelos no ensino

Modelos têm papel central no ensino e aprendizagem de química, são as principais ferramentas e produtos da ciência e, a partir da formulação destes, pode-se descrever, interpretar, explicar fenômenos, fazer previsões, elaborar e testar hipóteses. A construção de modelos permite ao aluno visualizar conceitos abstratos pela criação de estruturas por meio das quais ele pode explorar seu objeto de estudo e testar seu modelo desenvolvendo conhecimentos mais complexos (FERREIRA e JUSTI, 2008). Em química, quase todos os modelos são metafóricos (NAHUM, et al., 2004) e, particularmente na educação básica, são ensinados a partir de analogias, símbolos e conjunto de asserções.

Um modelo não deve ser considerado como uma reprodução direta do objeto investigado, uma fotografia ou imagem real, mas sim como um meio de aproximar o mundo submicroscópico suficientemente para que se possa investigá-lo. A literatura consultada indica que os estudantes têm dificuldade de diferenciar modelo científico de realidade porque não compreendem as diferenças entre o que é imaginado e o que é real (SOLOMON, SCOTT e DUVEEN, 1996; EL-HANI, TAVARES e ROCHA, 2004). Oliveira (2004) argumenta que esta dificuldade contribui para a concepção de que o conhecimento científico é dotado de verdades absolutas e impede a

participação ativa do estudante na construção de seu próprio modelo. Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) pontuam a importância de que fique claro para o estudante que todo modelo, como tal, é provisório, socialmente construído e passível de reformulação. Em concordância, Justi e Gilbert (2002) defendem que uma boa prática de ensino consiste em proporcionar aos alunos oportunidades para desenvolver e testar os seus modelos produzidos e ensinar explicitamente sobre a natureza dos modelos, incluindo suas funções e limitações.

Muitas vezes, a explicação de um determinado fenômeno é contemplada por mais de um modelo, com poderes de explicação e predição diferentes (MONTEIRO e JUSTI, 2000). Este fato pode ser exemplificado através dos modelos atômicos de Dalton e Bohr. O primeiro deu suporte para as teorias de Lavoisier e Proust (conservação da matéria e lei da proporção definida, respectivamente), enquanto o segundo explica as radiações eletromagnéticas atômicas. Mesmo que diferentes, ambos explicam o átomo e são amplamente utilizados, dependo da complexidade do sistema ou fenômeno que se quer interpretar.

No processo de ensino e aprendizagem de química o aluno formula um modelo mental ao estabelecer relação entre a escala nuclear e o fenômeno observado (CHITTLEBOROUGH e TREAGUST, 2007). Rapp (2007) propõe que um modelo mental pode ser considerado uma estrutura de conhecimento organizada e internalizada com relações individuais de causa, tempo e espaço e formada por fragmentos de informação externa. Este modelo é externalizado por via verbal ou pictórica em atividades de modelagem ou no contexto de resolução de problemas (MAYER, 2003). Neste processo, normalmente surgem explicações diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica, as quais serão denominadas como limitações explicativas do modelo.

1.3 As dificuldades de aprendizagem acerca dos estados de agregação da matéria

As dificuldades de aprendizagem ou limitações do modelo explicativo podem ser definidas como explicações, sem base científica, para os fenômenos observados, e têm como origem as experiências pessoais e de socialização (BASTOS, 1998; DRIVER et al. 1999; MULFORD e ROBINSON, 2002).

Estudos apontam que, mesmo após uma educação formal em química, os estudantes tendem a apresentar dificuldade de compreensão de conceitos químicos e têm dificuldade em estabelecer relações entre eles. As ideias prévias apresentadas pelos estudantes acerca dos fenômenos observados são provenientes da influência de seu ambiente cotidiano, as quais não se relacionam necessariamente com os conceitos cientificamente aceitos. Ao interagi-las com as atividades promovidas em sala de aula, considerando-se a linguagem científica, os estudantes são instigados a refletir e conciliar seus modelos mentais com os cientificamente aceitos (FERNANDES e MARCONDES, 2006).

Carrascosa (2005) descreve algumas das limitações no modelo, em relação a diferentes conteúdos de domínio científico, identificadas após aplicar um questionário a alunos de diferentes níveis escolares (inclusive professores em formação). A respeito da natureza da matéria, o autor relata as concepções mais frequentes, como o fato dos alunos pensarem que os gases não possuem peso, frequentemente influenciados pela não visualização do gás, ou seja, como o ar é transparente ele não é considerado matéria. Também é comum atribuírem propriedades macroscópicas aos átomos, por exemplo, quando o ferro funde são as próprias partículas que se fundem e se um gás se comprime as partículas reduzem de tamanho. O autor destaca que as causas da origem e persistências destas ideias no campo da ciência são principalmente a influência das experiências físicas cotidianas e da linguagem que usamos no nosso dia-a-dia, das nossas relações interpessoais, dos meios de comunicação, da existência de graves erros conceituais em alguns livros didáticos, das limitações dos modelos dos professores e da utilização de estratégias de ensino e metodologias de trabalho pouco adequadas.

Silva et al. (2005) aplicaram questionários a alunos do curso de licenciatura em química com o objetivo de identificar a persistência de concepções acerca dos estados de agregação da matéria, solubilidade e expansão térmica do ar. Os autores diagnosticaram que os alunos têm dificuldades em representar as partículas em posições aleatórias (desorganizadas) para os estados líquido e gasoso, pois, na maioria das produções, as partículas são representadas em fileiras. Também notaram que as partículas são representadas com volume maior no estado gasoso do que no estado líquido.

Barboza, Diniz e Araújo (2011) publicaram os resultados de uma atividade aplicada a alunos do ensino médio, na qual eles deveriam representar os estados

físicos da matéria pelo modelo de partículas. Nessas produções foram identificadas representações pictóricas icônicas, tais como uma nuvem para representar os gases, uma gota representando o líquido e uma forma geométrica para representar o sólido apresentando uma relação de semelhança ou analogia do submicroscópico com o objeto que o representa no macroscópico. Nesse caso, os alunos não consideraram as diferenças do estado de agregação da matéria para os diferentes estados físicos, mesmo sendo solicitados a representarem pelo modelo de partículas, eles demonstraram uma visão puramente macroscópica da matéria.

A literatura consultada aponta particularmente para a dificuldade de compreensão dos estudantes ao modelar situações que envolvem transformações físicas e químicas na interface do nível macro e submicroscópico (ANDERSON, 1990; BEN-ZVI, SILBERSTEIN e MAMLOK, 1990; BROSNAN, 1990; DUIT, 2006; HORTON, 2007; KIND, 2004; SEQUEIRA e LEITE, 1990). Apesar disto, é evidente que a investigação destes trabalhos centrou seus esforços em descrever e explorar as dificuldades dos estudantes em vez de tentar propor estratégias para minimizá-las. Nesta pesquisa pode-se identificar as limitações do modelo mental dos estudantes e como elas foram, em alguns casos, superadas ao longo do curso a partir de uma estratégia de ensino multimodal.

1.4 Aprendizagem multimodal

Em uma aula expositiva, geralmente o aluno se coloca como mero ouvinte, passivamente diante das informações fornecidas pelo professor. Nesta perspectiva tradicional, não há como considerar os conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo da vida. Em contraposição, Gonçalves e Marques (2006) defendem que a aprendizagem advém da proximidade da relação entre o que o aprendiz já sabe e aquilo que ele está aprendendo. Assim, é fundamental ao professor considerar que os alunos não são apenas reprodutores de significados, mas construtores destes.

O uso de múltiplos modos de comunicação (como experimentos, vídeos, atividades de modelagem, dentre outras) auxilia nesta tarefa (KRESS et al, 2001), pois pondera a heterogeneidade da sala de aula ao fomentar a produção discursiva. Esta prática de ensino irá capacitar os alunos a desenvolver uma maior competência

representacional, que Kozma e Russell (1997) se referem como uma habilidade central que articula todo o currículo de química. Os autores definiram esta competência como a capacidade de identificar, analisar e interpretar características de uma ou de muitas representações, a habilidade de transformar representações em outras formas, bem como a capacidade de produzir uma representação e explicar a sua adequação.

Este método de ensino encontra subsídio na Teoria de aprendizagem multimodal, pois defende que humanos processam melhor a informação quando ela lhe é apresentada, simultaneamente, a partir de palavras (formas verbais, tais como textos impressos e a fala) e de imagens (forma pictórica, tais como gráficos, ilustrações, fotos, mapas, animações e vídeos) (GILBERT e TREAGUST, 2009; MORENO e MAYER, 2007; PASS, RENKL e SWELLER, 2004; MAYER, 2003; KRESS et al. 2001).

Para construir as representações mentais, o aluno precisa integrar as diversas modalidades de informações disponíveis (MAYER, 1997). Nesta perspectiva, a aprendizagem pela abordagem multimodal ocorre quando o estudante constrói uma representação mental a partir de palavras e figuras que são apresentadas a ele (MAYER, 2003). Mesmo que não exista maneira de se acessar o modelo mental formulado pelo estudante, pode-se investigá-lo a partir dos modelos expressos por via linguística e pictórica (HALLOUN, 1986).

Moreno (2005) propôs um modelo de aprendizagem a partir da abordagem multimodal (figura 1), o qual foi denominado CATLM (Cognitive-Affective Theory of Learning with Media). De acordo com este modelo, o agente receptor é estimulado sensorialmente a partir de instruções verbais e não verbais. Parte desta informação é selecionada para a memória de trabalho onde as múltiplas representações são organizadas, integradas e recicladas, ou seja, onde se formulam os modelos mentais.

A memória de longo prazo é onde o novo conhecimento é instaurado causando motivação e efeitos de metacognição. Esta é classificada em duas partes, a semântica (registro estruturado de fatos) e a episódica (carga emocional do contexto do evento). Desta maneira, quando modos de instrução diversificados são utilizados para estimular a memória sensorial em mais de uma via (auditiva e visual), o professor conseguiria compreender melhor a informação fornecida pelo aluno a partir de suas produções pictóricas e verbais.

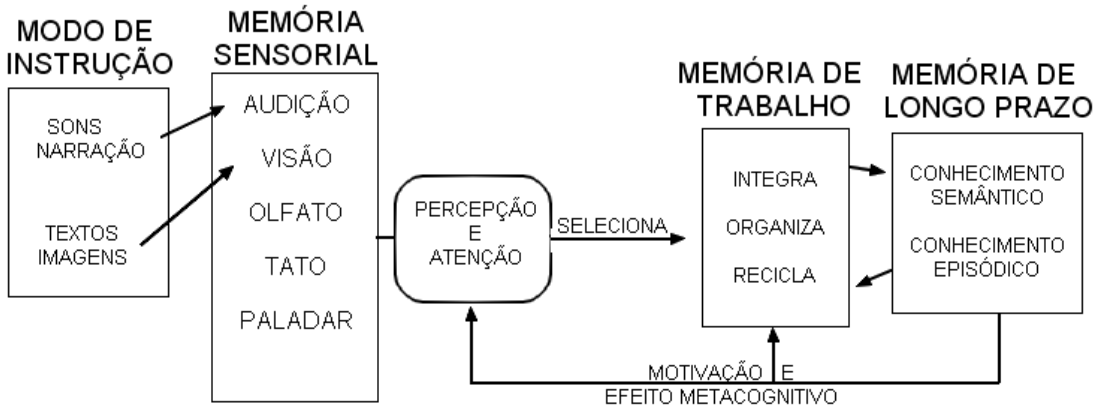


Figura 1. Modelo de aprendizagem a partir da abordagem multimodal adaptado de Moreno e Mayer (2007).

Em seus estudos, Mayer (2003) define aprendizagem multimídia como aquela em que o professor se preocupa em utilizar imagens e palavras para promover uma aprendizagem significativa (figura 2).

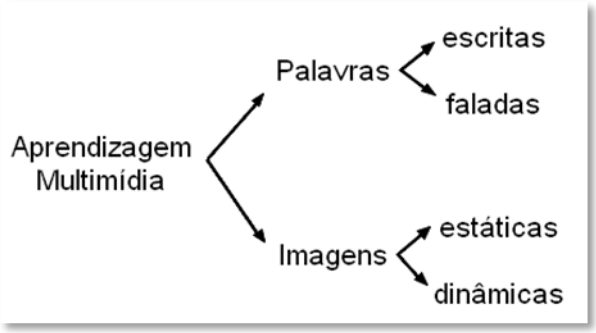


Figura 2. Esquema das ferramentas disponíveis para a aprendizagem multimídia.

Esta teoria, desenvolvida por Richard E. Mayer e seus colaboradores, parte de três pressupostos:

- pressuposto do duplo canal, no qual seres humanos teriam dois canais separados de processamento de informações, o canal pictórico ou visual e o auditivo ou verbal;
- pressuposto da capacidade limitada, no qual as partes da informação são descartadas a fim de não sobrecarregar o sistema cognitivo;

- pressuposto do processamento ativo, o qual assume que as informações que não são descartadas, são integradas com o conhecimento pré-existente por ser um material relevante.

A fim de orientar a elaboração de materiais multimídia, são tomados como princípios da teoria de aprendizagem multimídia:

- princípio multimídia. Seres humanos compreendem melhor a informação a partir de narração com animação do que somente com a narração ou animação. Desta maneira, assume-se que fica mais fácil construir melhores conexões mentais, pois, caso contrário, quando apenas um dos canais é estimulado o outro precisa ser imaginado;
- princípio da contiguidade espacial. Assimila-se melhor a informação quando o texto e a animação referentes ao mesmo objeto são apresentados em proximidade espacial, pois não se desperdiça carga cognitiva em busca do texto correspondente à animação;
- princípio da contiguidade temporal. Defende que são formulados modelos mentais com maior facilidade se a mídia for apresentada via pictórica e verbal ao mesmo tempo;
- princípio da coerência. Sons e imagens que são irrelevantes à informação que se quer transmitir a partir de determinada mídia não devem ser utilizados, pois causam sobrecarga no sistema cognitivo;
- princípio da Modalidade. Compreende-se melhor a informação quando esta é transmitida via narração e animação em comparação com a transmissão via texto e animação, pois quando o espectador é exposto a um material que estimula dois canais receptores, o auditivo e o visual, ele compreende melhor a informação do que quando estimulado apenas pelo visual.
- princípio da personalização. As informações do material multimídia são transmitidas com maior facilidade se a narração for semelhante a uma conversação do que a um estilo formal, pois o espectador está pessoalmente envolvido no processo.

Importante salientar que estes princípios são norteadores e não regras, podendo se adequar a situações diversificadas que envolvam o uso de material multimídia.

Souza e Arroio (2012) exploraram a aprendizagem multimodal em aulas de química para ensinar o conceito de equilíbrio químico. Como produto final, os estudantes elaboraram um relatório de atividades onde apresentaram “o que é equilíbrio químico” a partir de um discurso verbal e escrito. Os autores identificaram falta de coerência entre o texto e as imagens nos relatórios produzidos pelos alunos. Moreno e Mayer (2007) alertam que a grande quantidade de informações advinda de várias vias pode sobrecarregar o sistema cognitivo.

Vries e Arroio (2014) utilizaram um material multimídia para construir a concepção de modelos científicos com turmas de ensino médio. Ao longo de uma atividade, os estudantes tiveram que elaborar representações pictóricas e verbais para explicar um determinado objeto. Os resultados apontaram para a importância de se utilizar situações que despertem a atenção dos estudantes. Citando caso análogo, Pinto et al. (2014) notaram o potencial motivador das atividades de experimentação investigativa ao explorar a solubilidade de álcoois primários com estudantes de ensino médio por meio de atividades de modelagem. Segundo Izquierdo et al. (1999) a investigação é o papel mais importante da experimentação, isso porque o conteúdo a ser investigado é motivado pelo contexto e pelos questionamentos prévios propostos pelo professor. Nesta perspectiva, Hofstein e Lunetta (2004) acrescentam que as inquietações dos alunos devem ser norteadas pela questão investigativa (Inquiry Based Learners). A investigação tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades no estudante, como a elaboração de hipóteses, desenvolvimento de meios próprios para explorar o objeto de estudo, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

Esta pesquisa dialoga com os trabalhos que adotam a abordagem multimodal como estratégia para a produção e análise das coletas, pois acreditamos que tal abordagem possibilita a obtenção de um quadro mais completo acerca do modelo mental formulado pelo estudante, auxiliando a responder as questões desta pesquisa.

1.5 Questões de pesquisa

No ensino médio, o conceito de interações interpartículas é sistemático e classificatório em detrimento de um tratamento mais crítico acerca do sistema estudado. A correta compreensão deste conceito é importante para que o aluno possa explicar diversas propriedades físicas das substâncias (MENDES, 2007). Nesta perspectiva, a abordagem multimodal oferece suporte aos métodos de avaliação, elaboração de estratégias e pesquisas na área de ensino, pois o uso de diversas linguagens facilita o entendimento do objeto em estudo (MAYER, 2003). Considera-se importante essa abordagem, principalmente quando se quer ensinar o conceito de interações interpartículas, pois o fenômeno observado no macroscópico deve ser modelado no submicroscópico. A transição por entre esses dois níveis de representação é particularmente difícil para o estudante, porque exige grande capacidade de abstração (HILTON; NAKHLEH, 1999).

É importante ressaltar que não há como ter acesso ao modelo mental do aluno, pois são representações internas e que a identificação de modelos mentais por si só não difere muito da prática de identificação de concepções alternativas (GRECA e MOREIRA, 2002), sendo necessárias estratégias que se preocupem em investigar a qualidade dos modelos mentais acionados em termos de poder de predição, explicação e de resolução de problemas. Nesta perspectiva, surge a questão foco desta pesquisa: a abordagem multimodal é uma estratégia eficiente para superar as limitações e potencializar a complexidade dos modelos expressos dos alunos acerca do conceito de interações interpartículas? Nesta perspectiva, o que se pode aferir a respeito das mudanças ocorridas no modelo expresso pelo estudante? E em relação à transição entre os níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e simbólico)?

1.6 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é utilizar a abordagem multimodal para a produção e análise das coletas. A intenção é caracterizar o modelo expresso pelos estudantes em função de suas potencialidades e limitações em explicação e predição de fenômenos ao longo de um minicurso sobre interações interpartículas.

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar a mudança dos modelos expressos pelos estudantes em termos expressão verbal e pictórica (alfabetização multimodal) e relacionar as possíveis mudanças com o uso da estratégia multimodal;
- Inferir sobre a potencialidade dos modelos expressos pelos estudantes, a partir da estratégia multimodal, em migrar para o nível representacional submicroscópico a partir do macroscópico e do simbólico.

2. Metodologia

O minicurso foi planejado e aplicado em função da metodologia de ensino e aprendizagem multimodal, enquanto que a pesquisa foi pautada em uma metodologia qualitativa de análise dos dados. Ambos estão descritos a seguir.

2.1 Metodologia de ensino e aprendizagem do minicurso

O minicurso foi oferecido em quatro aulas, de duas horas de duração cada, em que foram realizadas atividades de experimentação e de modelagem. As aulas ocorreram no primeiro semestre de 2015 no laboratório de química da Faculdade de Educação da USP. Participaram 64 estudantes de cursinho pré-vestibular comunitário, divididos em duas turmas (T1 e T2).

Cada aula foi motivada por uma questão investigativa, onde foram utilizados diversos modos instrucionais norteados pelos pressupostos e princípios da Teoria de Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2003). A Tabela 1 resume a sequência pedagógica do minicurso.

Tabela 1 – Sequência pedagógica do minicurso sobre interações intermoleculares.

Aula	Questão investigativa	Modos instrucionais
1	O que são modelos e para que eles servem?	Representações de modelos e simulações.
1	Como determinar se uma molécula é polar ou apolar?	Experimento, modelos físicos de bola-vareta e simulações.
2	Como a interação entre as moléculas pode influenciar no ponto de ebulição das substâncias?	Leitura e discussão de trecho de artigo (ROCHA, 2001), resolução de problemas, simulações e modelos bola-vareta.
3	Como determinar a força das interações intermoleculares experimentalmente?	Experimento investigativo, simulações e modelos bola-vareta.
4	Qual a relação das interações interpartículas e a solubilidade das substâncias?	Experimento salting-out, representação de modelos por meio de simulações e modelos bola-vareta.

A descrição de cada uma das aulas e atividades foi realizada com o auxílio das gravações em áudio e vídeo das turmas T1 e T2, das transcrições (apêndice G) e de acordo com o roteiro do minicurso (apêndices A, B, C, D e E).

2.1.1 Aula 1 – Modelos científicos e polaridade molecular

A primeira aula tem a pretensão de desconstruir a concepção de que modelos são cópias da realidade, instruir acerca dos níveis representacionais químicos, revisar e discutir sobre alguns modelos relevantes para o entendimento das interações interpartículas apresentados durante a vida escolar e reconstruir o modelo sobre polaridade.

Inicia-se a aula com três imagens, uma de um modelo de carro, outra com uma modelo de passarela e outra com um modelo de dupla hélice de DNA. Pergunta-se aos estudantes quais destes três modelos corresponde a um modelo científico. Esta atividade com a palavra modelo e seus usos cotidianos proporcionou descontração e também direcionou os estudantes a diferenciar um modelo científico

dos demais de uso comum. Com o auxílio de uma simulação (figura 3), foram discutidos alguns modelos atômicos para o átomo de hidrogênio.

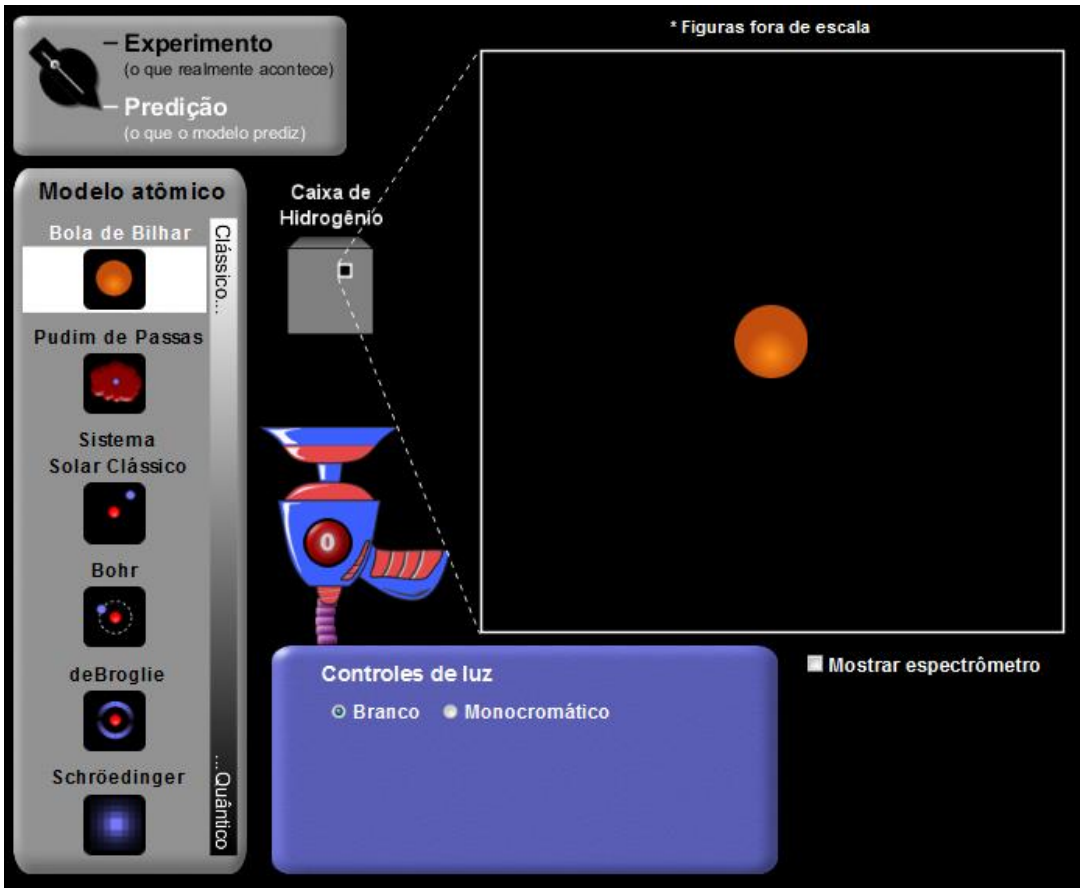


Figura 3. Simulação de modelos para o átomo de hidrogênio. [1]

Estes modelos atômicos já foram apresentados aos estudantes em sua vida escolar. Este momento da aula tem como objetivo construir com os estudantes a ideia de que não há modelo certo ou errado, ou ele explica determinado fenômeno ou é reformulado, além de retomar um modelo prévio necessário para o entendimento das interações intermoleculares. Outro modelo prévio necessário é o de ligações químicas. Para retomar os conceitos, o professor utilizou simulações e imagens (figura 4).

[1] Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/hydrogen-atom (acesso as 13h30min de 01/08/2016).

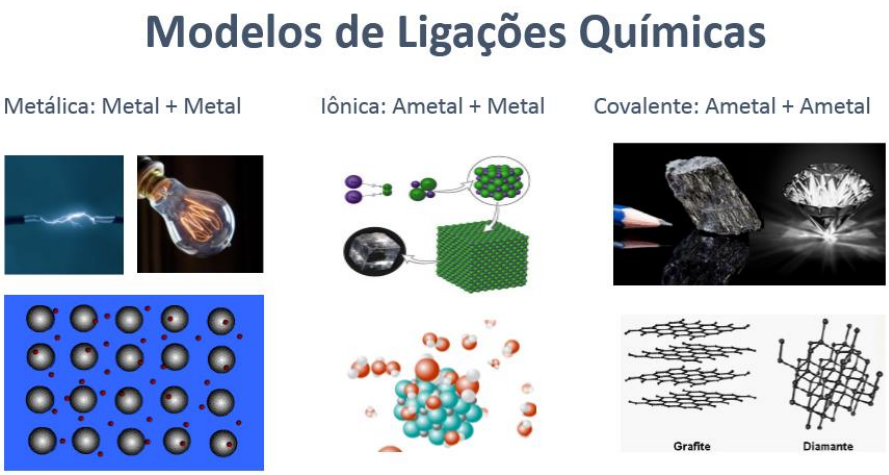


Figura 4. Modelos de ligações químicas que geralmente são apresentados aos estudantes durante a vida escolar.

Retomar alguns conceitos prévios com os estudantes foi necessário, uma vez que os modelos submicroscópicos são de alto nível de abstração.

O modelo de polaridade foi introduzido com o uso de uma simulação (figura 5). Através desta foi possível discutir quais são os fatores mais importantes para determinar se uma molécula é polar ou apolar.

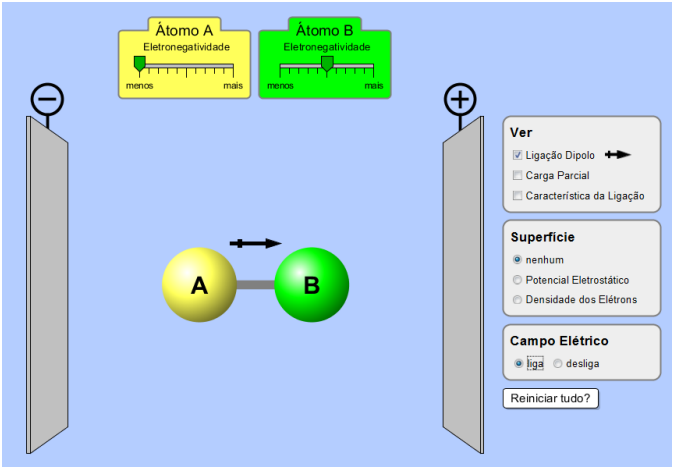


Figura 5. Simulação sobre polaridade molecular. [2]

[2] Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-polarity (acesso as 13h30min de 01/08/2016).

Pelo uso de outra simulação (figura 6), discutiu-se como a geometria da molécula influencia na polaridade desta.

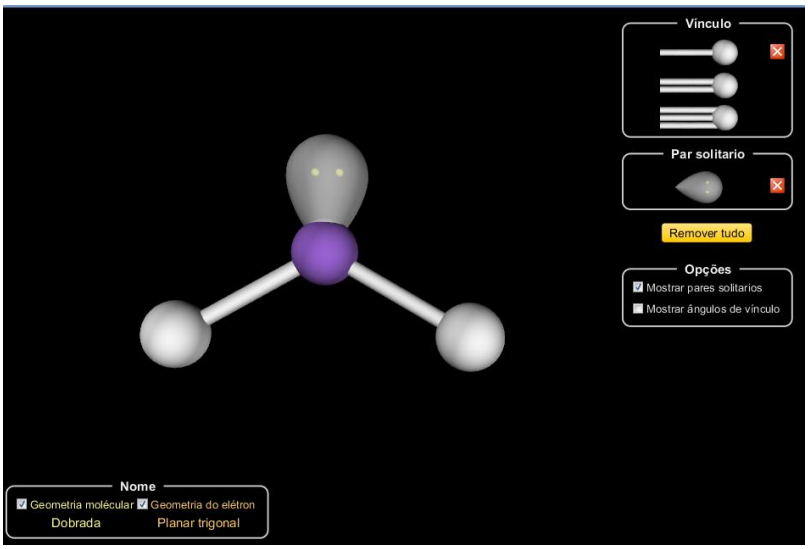


Figura 6. Simulação sobre polaridade molecular. [3]

Após debater que tanto a geometria da molécula quanto a diferença de eletronegatividade entre os átomos componentes são fatores que devem ser levados em conta para determinar se uma molécula é polar ou apolar, os estudantes ficaram encarregados de construir, com o uso do modelo físico bola-vareta, as moléculas de água e de tetracloroetileno e determinar se elas são polares ou apolares.

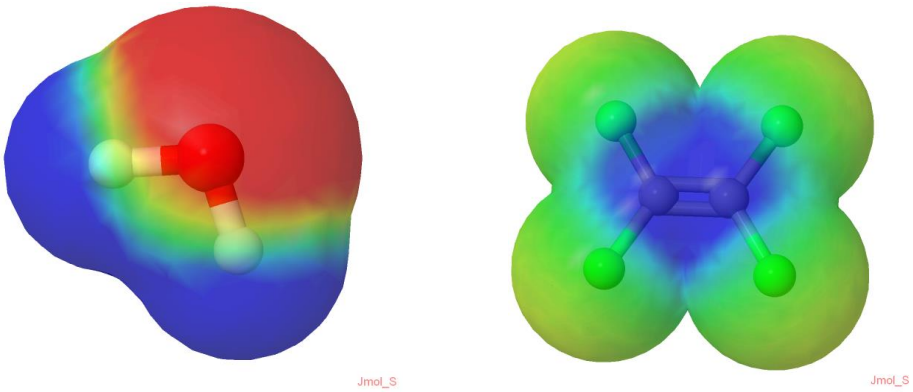
Em todas as aulas, cada grupo tinha à disposição um kit da Atomlig 77® (figura 7). Este kit possui 35 esferas brancas representando o átomo de hidrogênio, 14 esferas pretas representando o átomo de carbono, 07 esferas vermelhas representando o átomo de oxigênio, 07 esferas verdes representando o átomo de fósforo, 07 esferas azuis representando o átomo de nitrogênio, 07 esferas amarelas representando o átomo de enxofre, 35 hastes de ligações retas, 35 hastes de ligações curvas e 35 hastes de ligações curtas.

[3] Disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/molecule-shapes (acesso as 13h30min de 01/08/2016).

Figura 7. Kit atomlig 77 utilizado como material didático durante todo o minicurso.

O uso desta ferramenta didática estimula, ao menos, duas vias sensoriais: o tato e a visão. Mas é preciso ensinar os estudantes a utilizá-la, pois alguns deles demonstraram dificuldades técnicas em utilizar o material.

Também como ferramenta, se utilizou uma simulação (figura 8) disponível no banco de estruturas[4] do Laboratório de Práticas de Ensino de Química (LAPEQ), em que o estudante pôde verificar o modelo de potencial eletrostático para as duas moléculas além de permitir a manipulação do objeto em três dimensões.



a b

Figura 8. Modelo de potencial eletrostático para as moléculas de água (a) e tetracloroeteno (b).

[4] Disponível em http://www.lapeq.fe.usp.br/labdig/estruturas/ (acesso as 11h50min de 01/08/2016)

Após discussão sobre os modelos de polaridade molecular, foi realizado um experimento para investigar a polaridade da água e do tetracloroeteno em nível macroscópico. Na intenção de problematizar o fenômeno observado, utilizou-se uma simulação para representar um possível modelo explicativo (figura 9). Antes, foram discutidas com os estudantes algumas das limitações (tamanho das partículas, formato e atribuição de cargas) e potencialidades (explica a atração das moléculas de água para com um campo eletromagnético) do modelo representado pela simulação.

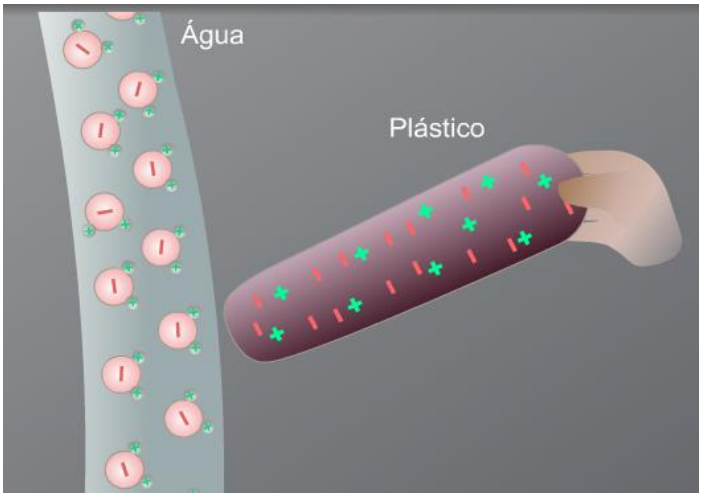


Figura 9. Simulação de um possível modelo explicativo para os resultados do experimento. [5]

A partir do uso desta ferramenta foi possível observar que a eletrização pode deixar a régua negativa ou positiva, dependendo do material que se está atritando com a flanela e que a polaridade molecular é um modelo explicativo para o fenômeno observado (desvio do fio d´agua). O modelo bola-vareta também foi utilizado para reforçar a ideia de que a polaridade depende da geometria molecular e da diferença de eletronegatividade dos átomos na molécula. Após este momento, foi pedido aos estudantes que elaborassem seus próprios modelos ao responder às questões do roteiro (apêndice B).

[5] Disponível em http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium/pt/ligintermol/interaccoes/index.html, (acesso em 01/08/2016).

2.1.2 Aulas 2 e 3 – Interações intermoleculares e a mudança de estado físico

Os conceitos sobre polaridade e modelos científicos foram retomados no início da aula 2 pelo uso dos modelos bola-vareta. A partir da construção de diversas moléculas, os grupos tiveram que decidir se estas eram polares ou apolares.

Após discussão dos resultados o professor pediu aos estudantes que lessem um trecho retirado do artigo “Interações Intermoleculares” (ROCHA, 2001) e respondessem a algumas questões do roteiro (apêndice C). O texto introduz o conceito de interações intermoleculares e disserta sobre as relações que existem entre a estrutura da molécula e a energia envolvida no processo de mudança de estado físico. O professor utilizou duas simulações durante a discussão (figuras 10 e 11) para ilustrar estes conceitos.

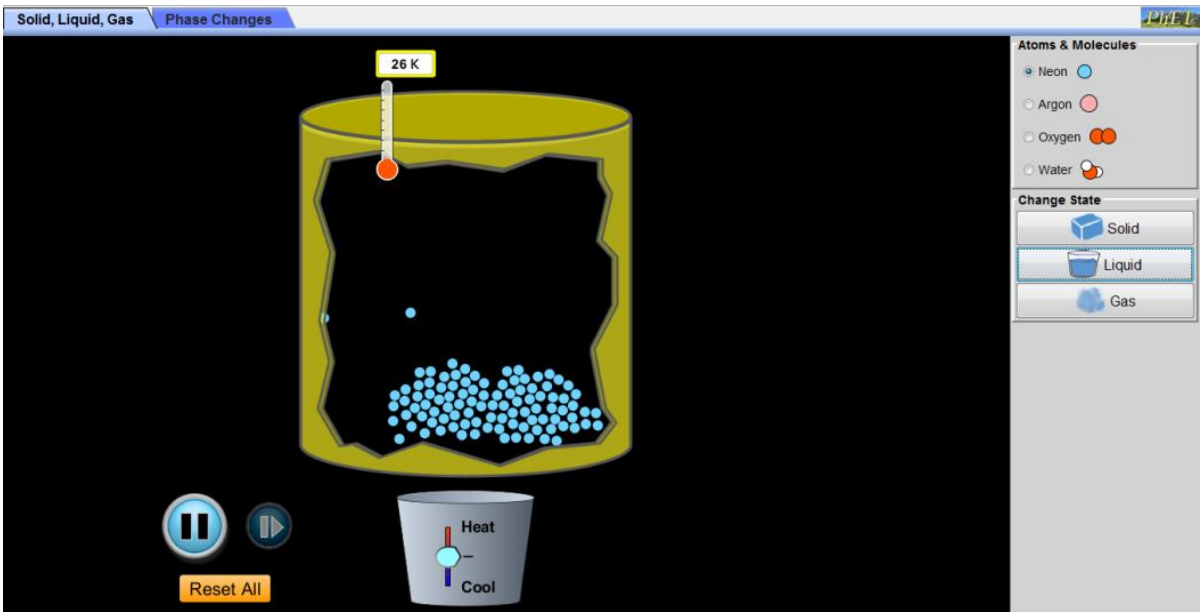


Figura 10. Simulação de um modelo explicativo para a energia envolvida no processo de transformação de estado físico. [6]

[6] Disponível em https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/states-of-matter-basics (acesso em 01/08/2016).

Pela figura 10 pôde-se notar que, mesmo no estado sólido, existe agitação das partículas, mas com liberdade de movimento restrita. Também pôde ser notado que, no estado líquido, a energia das partículas não necessariamente é a mesma para todas as partículas e que a temperatura medida pelo termômetro mede o grau de agitação médio de todas elas. Ainda no estado líquido, pôde-se notar que algumas partículas eventualmente se separam do aglomerado representando o fenômeno da evaporação.

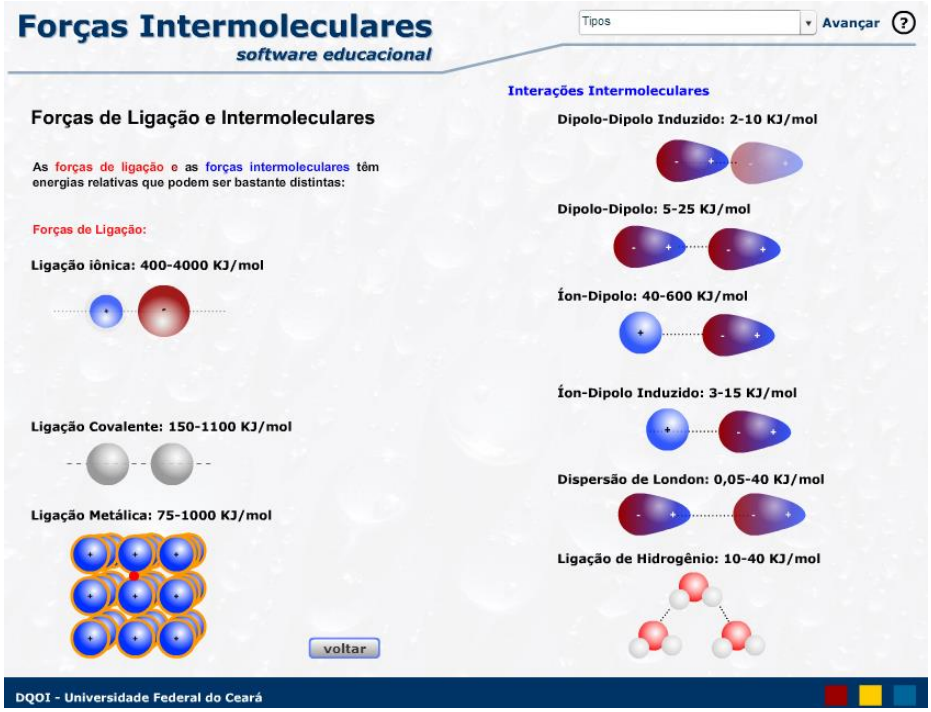


Figura 11. Simulação de um modelo explicativo para os tipos de interações interpartículas. [7]

A figura 11 forneceu algumas informações e termos para os tipos de interação intermolecular que precisaram ser problematizados com os estudantes. Primeiramente, a força da interação, que está representada pela energia em KJ/mol, não pode servir de parâmetro para definir o tipo de interação, pois se nota que mesmo a Ligação de Hidrogênio pode ter a mesma energia de uma interação de Dispersão de London. Com relação aos termos utilizados para caracterizar o tipo de

[7] Disponível em http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/fim/home.swf (acesso em 01/08/2016).

interação, foi necessário escrever na lousa algumas das suas variações, pois eles variam de autor para autor (tabela 2).

Tabela 2 – Algumas variações dos termos que caracterizam o tipo de interação intermolecular encontrados em livros didáticos, testes de vestibulares e provas de concursos.

Tipo de interação	Termos utilizados por diversos autores
Molécula polar com polar sem ligação de hidrogênio	Dipolo permanente–dipolo permanente
	Dipolo-dipolo
Molécula polar com apolar	Dipolo-dipolo induzido
	Dipolo permanente – Dipolo induzido
	Dipolo – dipolo instantâneo
	Dipolo permanente – dipolo instantâneo
Molécula apolar com apolar	Dispersão de London ou apenas forças de dispersão
	van der Waals
	Dipolo induzido – dipolo induzido
	Dipolo induzido – dipolo instantâneo
	Dipolo induzido-dipolo induzido instantâneo
Molécula com hidrogênio ligado à um átomo muito eletronegativo interagindo com outra semelhante.	Ligação de hidrogênio
	Ponte de hidrogênio

De acordo com a recomendação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, 2006, tradução nossa), as forças de atração de Van der Waals podem ser definidas como

> [...] forças de atração ou repulsão entre entidades moleculares (ou entre grupos dentro da mesma entidade molecular) diferentes das forças de formação de ligação ou de interação eletrostática de íons ou de grupos iônicos com um outro ou com moléculas neutras. O termo inclui: dipolo-dipolo, dipolo-dipolo induzido e forças de London (dipolo induzido-dipolo induzido instantâneo). O termo é por vezes usado livremente para a totalidade das forças intermoleculares atrativas ou repulsivas inespecíficos.

Nota-se que, mesmo na recomendação da IUPAC, se utiliza mais de um termo para identificar a interação entre moléculas apolares (forças de London ou dipolo induzido-dipolo induzido instantâneo).

No início da aula três, foram retomados os principais assuntos da aula 2 onde o professor trouxe um feedback dos resultados da atividade realizada. Após este momento, foi proposto aos estudantes elaborarem suas próprias maneiras de investigar a força das interações intermoleculares explorando os aspectos energéticos do fenômeno de evaporação. Cada grupo planejou e executou seu próprio procedimento experimental a partir da questão investigativa: “Como medir experimentalmente a interação intermolecular das substâncias explorando os aspectos energéticos?”. Para responder a esta questão, os grupos dispunham dos seguintes dados (tabela 3) e materiais (tabela 4).

Tabela 3 – Dados fornecidos para a atividade investigativa.

Substância	Massa molar (g/mol)	Temperatura de ebulição (ºC)
Hexano	86	68
Pentan-2-ona	86	101
Pentan-1-ol	88	138

Tabela 4 – Materiais fornecidos para a investigação.

Materiais	Quantidade (unidade)	Materiais	Quantidade (mL)
Gaze	3	Hexano	100
Elástico	3	Pentan-2-ona	100
Termômetro	3	Pentan-1-ol	100

Foi pedido para que os estudantes elaborassem uma hipótese que justificasse cada etapa do procedimento experimental e, após realizar o experimento planejado, deveriam anotar seus resultados e conclusões. Os resultados de cada grupo foram compartilhados e discutidos com toda a turma no início da aula 4. Esta atividade tem procedimentos de cunho investigativo e apresenta pontos em comum com a

literatura (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), pois parte de um problema a ser analisado e, na intenção de obter novas informações sobre ele, fornece estrutura para a elaboração de hipóteses e para a ação dos estudantes a fim de que possam interpretar e compartilhar seus resultados com seus colegas.

2.1.3 Aula 4 – Solubilidade e as interações intermoleculares

A fim de incentivar os estudantes a buscarem formas explicativas para a dissolução de uma substância em outra, o professor direcionou diversas perguntas aos estudantes, tais como: “por que água não dissolve em óleo?”; “como eu faço para dissolver óleo na água?”; “O que acontece com o cloreto de sódio em água?”; “o que tem a ver interação intermolecular com solubilidade?”. Alertando que até o momento haviam sido vistas as interações intermoleculares entre moléculas idênticas e que, nesta aula, teríamos a oportunidade de estudar a interação entre substâncias distintas. Para auxiliar no desenvolvimento destas questões foram utilizadas diversas simulações do software educacional “Forças Intermoleculares” (figura 12).

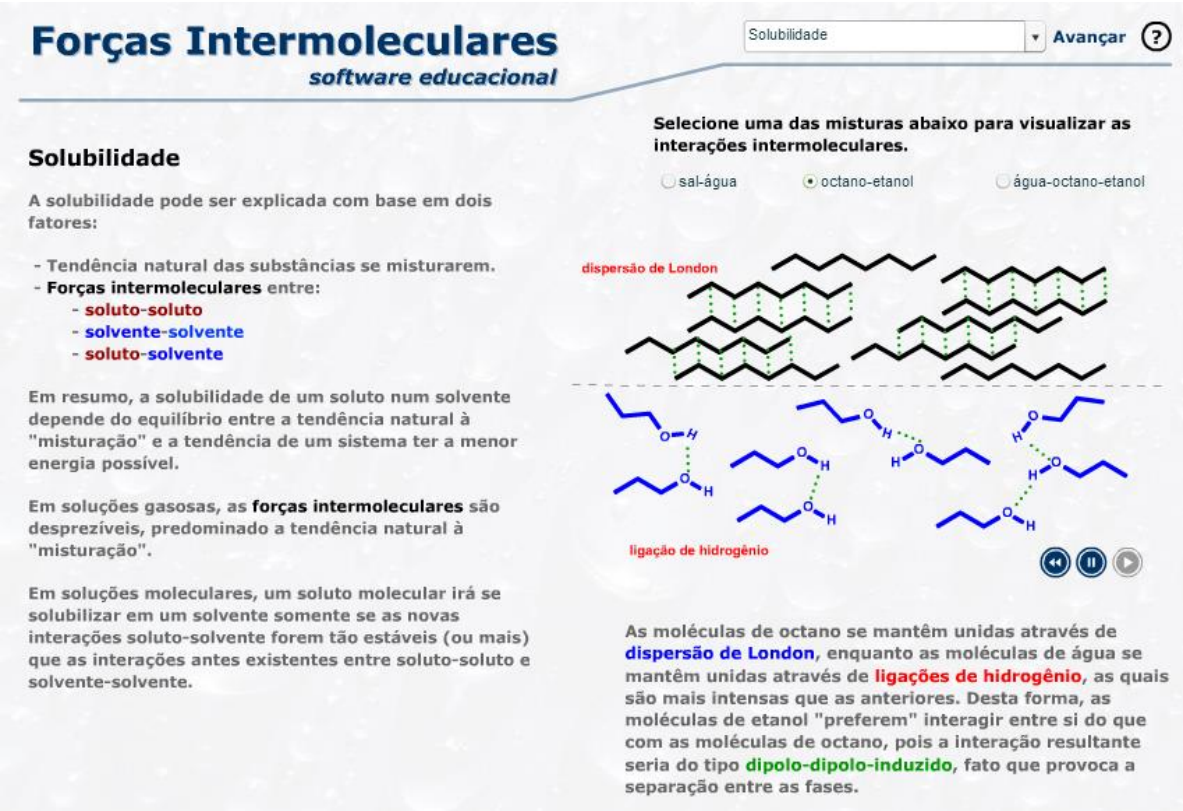


Figura 12. Simulação de um modelo explicativo para os tipos de interações interpartículas.[8]

Após esta introdução ao tema, os estudantes foram convidados a realizar um experimento salting-out em que três substâncias são misturadas: água, metanol e carbonato de potássio. Os estudantes notaram que água e metanol dissolvem entre si, mas quando a mistura é saturada com carbonato de potássio ocorre uma separação de fases. As discussões dos resultados do experimento foram fomentadas pela simulação “Efeito salting-out” (figura 13).

[8] Disponível em http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/fim/home.swf (acesso em 01/08/2016).

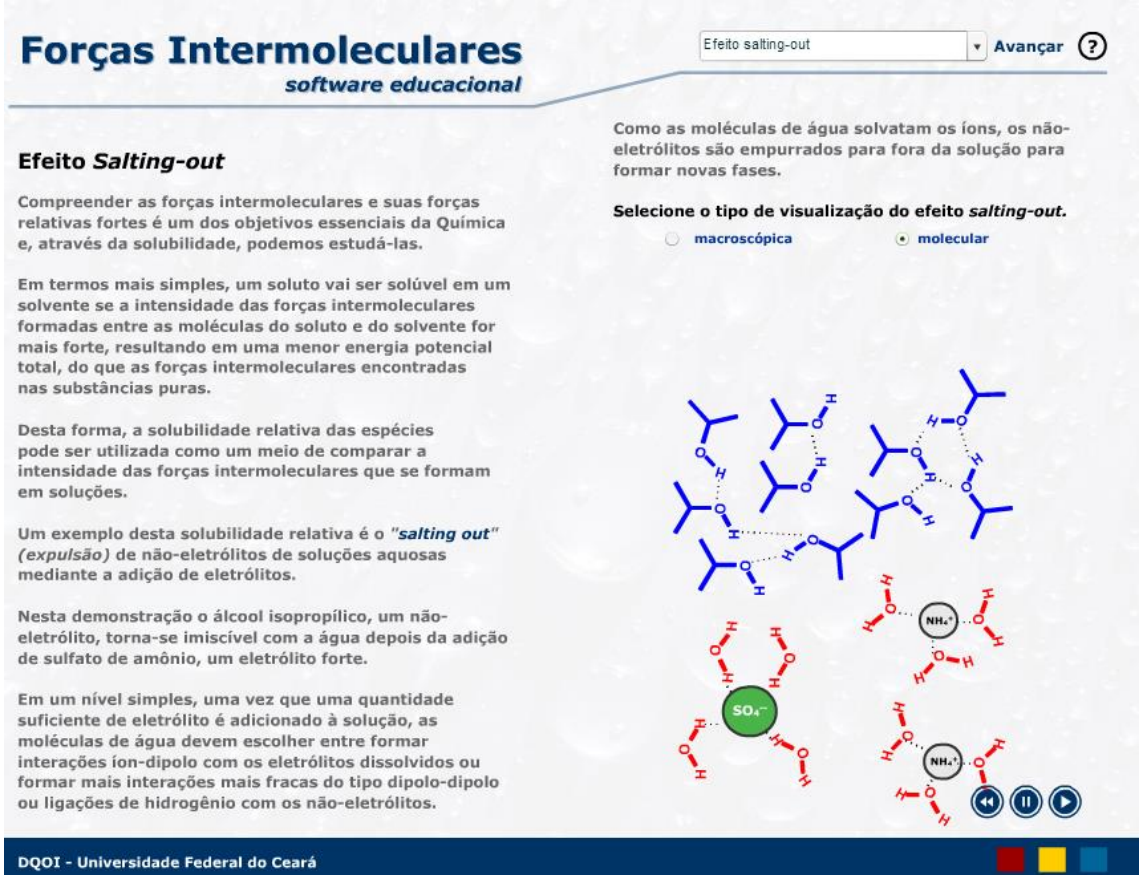


Figura 13. Simulação “Efeito salting-out”. [9]

2.2 Metodologia de pesquisa

2.2.1 Participantes

Esta pesquisa se estruturou em torno de um minicurso de modelagem molecular com foco nas interações intermoleculares oferecido a 64 estudantes de cursinho pré-vestibular comunitário, divididos em duas turmas (T1 e T2).

Como se trata de um trabalho de análise qualitativa, apenas foram analisados os modelos dos 33 estudantes que participaram de todas as aulas do minicurso (20 alunos da T1 e 13 da T2). Embora estes estudantes tenham sido separados em grupos de 3 ou 4 alunos durante a realização das atividades, cada um deles possuía

[9] Disponível em http://www.quimica.ufc.br/sites/default/files/flash/fim/home.swf (acesso em 01/08/2016).

seu próprio roteiro e foi instruído a respondê-lo individualmente. Como as duas turmas apresentaram resultados similares, as produções foram analisadas conjuntamente.

Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice F), onde se encontra um resumo da metodologia de coleta, análise e divulgação dos dados. Este documento garante ao pesquisado o anonimato e o direito de retirada do termo em qualquer momento da coleta de dados.

2.2.2 Instrumentos de coleta de dados

Todas as aulas do minicurso foram gravadas em áudio e vídeo e foram transcritos e analisados os episódios em que os alunos externalizaram seus modelos durante a negociação entre pares e com o professor na busca de um modelo consensual (apêndice G). Segundo Lüdke e André (1986), para que o vídeo se torne um instrumento válido de investigação científica, a observação precisa ser sistemática e controlada, pois esta ferramenta proporciona uma apreciação indireta dos dados. Pinheiro, Kakehashi e Angelo (2005) apontam que este método de observação apreende elementos de forma única, tais como as características do ambiente, os posicionamentos individuais e grupais, a linguagem gestual e a sequência de fatos, além de diminuir os obstáculos temporais que surgem entre o momento da coleta até o de análise dos dados.

As gravações em áudio e vídeo das aulas foram transcritas (apêndice G) com o auxílio do software Express Scribe Transcription Software Pro®. Os episódios transcritos são momentos do minicurso onde o estudante expressou características de seu modelo mental de forma verbal falada e podem envolver o professor (P), mais de um aluno (A1, A2, A3...An) ou vários ao mesmo tempo (S). Como a análise dos resultados não é individual, houve apenas a preocupação em diferenciar os agentes envolvidos no diálogo por episódio, ou seja, não necessariamente o A1 de um episódio é o mesmo A1 de outro episódio. O áudio coletado não é multicanal, portanto, em um determinado momento da aula, em que cinco grupos estão debatendo ao mesmo momento, pode-se ouvir apenas o que um destes grupos estava falando. O vídeo também tem algumas limitações, pois muitas vezes não é

possível identificar alguns gestos ou até sobre qual trecho da ficha o aluno ou o professor estão discutindo. O técnico responsável pelas gravações também é um pesquisador na área de ensino de ciências e foi instruído em dar preferência para diálogos de grupos que estão negociando seus modelos.

Além da gravação de áudio e vídeo, foram analisadas as produções dos estudantes em cada atividade proposta (apêndices B, C e D) e nos questionários inicial e final (apêndices A e E). Os documentos analisados estão relacionados na tabela 5.

Tabela 5 – Instrumentos de coleta de dados.

Documento	Objetivo	Forma de expressão	Referências
Questionário inicial (apêndice A).	Caracterizar as potencialidades e limitações dos modelos prévios dos estudantes.	Verbal escrita e pictórica.	Elaborado pelo próprio pesquisador. Algumas questões são adaptadas de vestibulares.
Experimento sobre polaridade molecular (apêndice B).	Caracterizar as potencialidades e limitações dos modelos dos estudantes sobre polaridade e interação molecular.	Verbal escrita, falada e pictórica.	Elaborado pelo próprio pesquisador.
Investigando a força das interações intermoleculares (apêndice C).	Caracterizar as potencialidades e limitações dos modelos dos estudantes sobre interações intermoleculares no contexto de mudança de estado físico.	Verbal escrita e falada.	Elaborado pelo próprio pesquisador. Uso de trecho do artigo “Interações Intermoleculares” (ROCHA, 2001).
Experimento salting-out (apêndice D).	Caracterizar as potencialidades e limitações dos modelos dos estudantes sobre interações intermoleculares no contexto de solubilidade.	Verbal escrita, falada e pictórica.	Elaborado pelo próprio pesquisador.
Questionário final (apêndice E).	Caracterizar as potencialidades e limitações dos modelos dos estudantes ao final do minicurso.	Verbal escrita e pictórica.	Elaborado pelo próprio pesquisador. Algumas questões são adaptadas de vestibulares.
Episódios de aula transcritos (apêndice G)	Registrar o modelo expresso pelos estudantes durante todo o minicurso.	Verbal falada e gestual.	Uso do software Express Scribe Transcription. © NCH Software para transcrição.

2.2.3 Análise dos dados

Foram caracterizadas, via análise de conteúdo, as potencialidades e as limitações dos modelos dos estudantes em interações interpartículas e suas interfaces com as propriedades físicas das substâncias. As potencialidades dos modelos foram analisadas de acordo com a frequência de acionamento de variáveis explicativas utilizadas pelo estudante para explicar e/ou predizer determinado fenômeno no contexto de resolução de problemas, enquanto que as limitações foram categorizadas e analisadas na intenção de compor um quadro mais completo acerca do modelo mental que foi expresso pelo estudante em cada momento do minicurso.

A análise de conteúdo permite ler e interpretar o conteúdo dos documentos, expondo aspectos e fenômenos inacessíveis por meio de outros modos (OLABUENAGA e ISPIZÚA, 1989). Este método tem caráter qualitativo-quantitativo, pois a interpretação e a análise dos textos e representações são qualitativas em sua essência enquanto o tratamento de dados envolve processos de quantificação (KRIPPENDORFF, 2004). São relacionadas a seguir as etapas do processo de análise adotadas nesta pesquisa, as quais derivam de uma adaptação de um conjunto de instrumentos metodológicos propostos por Bardin (2009).

- Preparação das informações: leitura de todos os documentos e tomada de decisão sobre quais dados são relevantes para responder às questões de pesquisa; codificação dos materiais, que consiste em identificá-los em letras (apêndices A, B, ... n) e números (questão 1, 2, ... n) para que o pesquisador possa retomar a um documento específico em qualquer momento da análise.
- Unitarização: após reler cuidadosamente os materiais são estabelecidas unidades de análise a partir dos modelos explicativos que são acionados pelos estudantes em determinado contexto. Das respostas dadas pelos estudantes no questionário inicial, por exemplo, emergiram as unidades de análise dos modelos prévios dos estudantes sobre interação intermolecular no contexto de mudança de estado físico e solubilidade.
- Categorização: neste trabalho foram categorizadas as concepções mais frequentes a partir de critérios léxicos, ou seja, com ênfase nas palavras e seus sentidos. Este processo exige um retorno periódico ao material para

verificar a validade e a pertinência das categorias emergentes. Segundo LINCOLN e GUBA (1985) esta abordagem não tem a finalidade de generalizar ou testar hipóteses, mas construir uma compreensão dos fenômenos investigados a partir dos dados.

- Descrição: as categorias são computadas em números inteiros maiores do que zero e relacionadas em tabelas. Nesta etapa são expressos os significados captados e intuídos nas mensagens analisadas.
- Interpretação: neste momento busca-se uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens através da inferência e interpretação dos dados. Para auxiliar neste processo também foram computadas as frequências de acionamento das variáveis explicativas utilizadas pelos estudantes para prever ou explicar determinado fenômeno. Este método busca explorar conteúdo manifesto (o que foi propriamente dito) em conjunto com o conteúdo latente (subjetivo). Esta etapa da análise contou com a frequente consulta à literatura para dar suporte às interpretações.

3. Resultados e discussão

3.1 Breve caracterização dos alunos

Os 33 alunos vieram de escolas públicas e afirmaram não terem sido expostos a experimentos e nem a simulações durante o ensino médio regular. São alunos de um cursinho comunitário da cidade de São Paulo e buscam uma colocação nos vestibulares para ingressar no ensino superior. Suas idades variam de 17 a 24 anos e alguns ainda não terminaram o ensino regular.

A turma pode ser considerada heterogênea, pois contêm estudantes advindos de diversas instituições de ensino localizadas em diferentes regiões da capital paulista. Estes estudantes já foram expostos ao conceito de interação intermolecular ao menos duas vezes ao longo de sua vida escolar, pois este é um conceito que foi dado no início do ano letivo do cursinho e geralmente é apresentado no 1º ano do ensino médio regular.

3.2 Modelos prévios dos estudantes

A seguir, serão analisados os modelos prévios dos estudantes a partir das respostas fornecidas individualmente por eles no questionário inicial (apêndice A) suportadas pelos episódios de aula transcritos.

3.2.1 Modelos explicativos sobre mudança de estado físico

As análises das questões 1a e 1b (apêndice A) apontam que 36,4% (categorias 1, 2 e 3) dos estudantes acreditam que a água sofre algum tipo de transformação química ao mudar de estado físico (tabela 6).

Tabela 6 – Categorias que emergiram da análise da questão 1a e 1b – continua.

Categoria	Concepção
1	Ligações são rompidas quando muda de estado físico.
	Pra que ocorra a evaporação há a necessidade de uma maior energia, quando essa energia é fornecida as moléculas ficam mais agitadas e as ligações entre hidrogênio e oxigênio se desfazem.
	Ao evaporar, as moléculas de água se separam em H_2 e O_2. $1H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow 1H_2O$
2	Quando evapora os íons H^+ e OH^- são liberados
	As substâncias ficarão isto as na forma simples na atmosfera, no estado gasoso. Uma vez que o vapor d'água possui gases dissolvidos
3	O vapor de água possui substâncias simples dissolvidas
	A água, H_2O, é composto por gás hidrogênio e oxigênio, ambos encontram-se na atmosfera terrestre.

Tabela 6 – Categorias que emergiram da análise da questão 1a e 1b – conclusão.

Categoria	Concepção
4	Evaporação é um processo exotérmico Exotérmico - pois as moléculas líquidas se rompem com o calor

O diálogo a seguir demonstra a dificuldade dos estudantes em modelar a mudança de estado físico no submicroscópico, pois para A2, a água no estado gasoso é formada por pequenas gotículas de água. Já para A1, a molécula se quebra ao mudar de estado físico. Ambos os alunos estavam negociando os seus modelos quando o professor foi chamado a intervir:

> A2 - Professor, me diz se esta está correta?
> A1 - Eu coloquei a III.
> A2 - Eu coloquei a IV.
> A1 - Olha a minha explicação: quando a água passa para o estado gasoso as moléculas se separam. [Disse a aluna apontando para uma representação em que há transformação química na evaporação.]
> P - Elas não se separam, na verdade elas estão com outra energia.
> A2 - Elas viram gotículas de água. Não é isso? Vapor não é gotícula de água?
> P - Não, ela [molécula de água] está no estado gasoso. Por exemplo, o ar que você está respirando está no estado gasoso.
> A1 - Eu estou respirando "H_2O"?
> P - Sim, o ar que você está respirando tem água.
> A2 - Então, mas tipo, é como se fossem gotículas de "H_2O", não é?
> P – Não, porque não tem uma molécula junto com a outra. A molécula está sozinha no estado gasoso, literalmente.
> A1 - Então, mas se ela está sozinha/
> P - Então, mas quando você escreve assim, você quebrou a ligação está vendo? Você quebrou a ligação "O-H" e formou novas ligações, "H" com "H", "O" com "O". [diz o professor apontando para o modelo desenhado pela da aluna]. (Informação verbal)[10]

A ideia de que ligações covalentes são rompidas quando uma substância muda de estado (categoria 1) foi relatada por Tan e Treagust (1999). Segundo os autores, esta concepção surge da dificuldade dos estudantes em compreender a natureza das interações intermoleculares e suas diferenças em relação à força de atração intramolecular. Esta limitação no modelo dos estudantes também dificulta o

[10] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 10 do anexo G.

entendimento da relação que existe entre a força das interações intermoleculares e o ponto de ebulição das substâncias, como pôde ser observado no relato de uma aluna durante a resolução do exercício 2b do apêndice C:

> A1 - Então, o que que tá diferenciando aqui? A temperatura de ebulição? O grupo funcional. Então se ele muda/ eu não sei como é que coloca isso.
> A2 - Será que é porque tem uma/ será que é porque tem uma dupla ligação, aí fica mais difícil de quebrar esses dois e por isso que o ponto de ebulição é maior? (Informação verbal)[11]

Entretanto, essas limitações foram sendo colocadas em cheque na medida em que as situações problema foram se diversificando e mudando de contexto. O diálogo segue com a A2 questionando a hipótese da colega:

> A1 - Mas aqui ó, o ponto de ebulição dessa aqui [butan-2-ol] é maior e não tem dupla ligação.
> A2 - Tá, então vamos entender o porquê. Porque;
> A1 - Então essa dupla já não pode. Com certeza deve ser a força e a interação inter/ moléculas. A gente teria que fazer a molécula [no modelo bola-vareta], mas dá muito trabalho. (Informação verbal)[12]

Para justificar o fenômeno da evaporação, 15,2% dos estudantes utilizam o modelo de ionização (categoria 2), enquanto que 21,2% (categoria 3) acreditam que o vapor de água possui substâncias simples dissolvidas.

> A1 - Tem que ser separado para ser um gás. Eu pensei que tinha que quebrar para liberar gás. Então, nesse caso, eu pensei que as moléculas iriam ficar densas e não iriam evaporar, então eu pensei que as moléculas de água estariam se desfazendo, então elas ficariam mais vulneráveis à evaporar.
> P - Tá, elas precisariam se desfazer para evaporar, é isso?
> A2 - Isso.
> A1 - No caso as moléculas evaporam normal né?
> P - Isso, evapora normal.
> A2 - Então, eu respondi isso aqui, mas depois que eu pensei melhor, pensando depois da aula toda eu acho que é esse aqui, mas na hora eu pensei/ esse aqui que eu estava na dúvida, mas agora eu acho que é esse aqui.
> A1 - É que são micromoléculas né?
> P - Elas têm o mesmo tamanho. (Informação verbal)[13]

---

[11] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 31 do anexo G.
[12] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 31 do anexo G.
[13] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 16 do anexo G.

Coştu et al. (2009) utilizaram uma estratégia de PDEODE (predição-discussão-experimentação-observação-discussão-explicação) para tentar superar estas concepções (categorias 1, 2, 3 e 4) com 52 estudantes de ensino médio. Os resultados deste estudo acusaram a persistência destas concepções em alguns estudantes. Os autores alertam que o uso de diferentes materiais didáticos e estratégias de ensino são necessários para facilitar a compreensão do fenômeno da evaporação. Com esta motivação, Gomes e Garcia (2014) utilizaram uma simulação computacional (figura 10) no contexto de ensino de jovens e adultos (EJA). Os resultados apontam que esta ferramenta auxilia na transição por entre os níveis representacionais macro e submicroscópico, além de causar efeitos de metacognição e motivação nos estudantes.

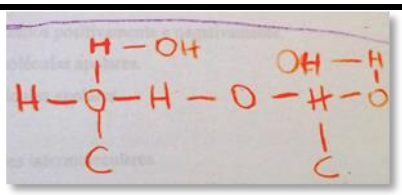
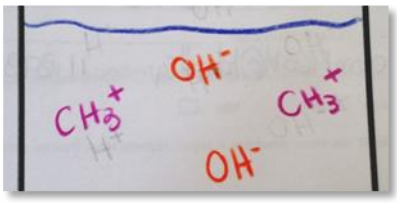
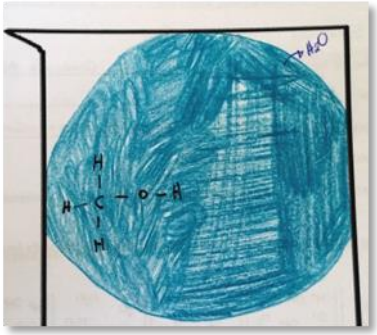
Ahiakwo (2013) utilizou testes verbais e pictóricos para diagnosticar as concepções de 276 alunos e sete professores de ensino médio acerca do conceito de evaporação. Os resultados acusam que os professores também têm dificuldades de compreender o fenômeno.

Ao relacionar a questão da transferência de calor com o processo de evaporação, 24,2% dos estudantes acreditam ser um processo exotérmico (categoria 4), uma vez que se quebram as interações ou as ligações químicas. Os estudantes comumente confundem as ligações químicas com as interações intermoleculares (GARNETT, GARNETT e HACKLING, 1995) e, segundo Galley (2004), normalmente acham que a quebra sempre ocorre com liberação de energia. O autor destaca que esta concepção geralmente está associada à energia liberada na “quebra” (hidrólise) de ATP, ao diagnosticar esta concepção em professores de biologia e em livros didáticos.

3.2.2 Análise das representações pictóricas sobre solubilidade

Para responder à questão 2 do roteiro (apêndice A) os estudantes elaboraram uma representação pictórica do que seria uma mistura de água e metanol e outra de tetracloroetileno e água. A análise desta questão fornece um quadro das concepções dos estudantes sobre solubilidade, polaridade, estrutura e interação molecular. As principais categorias que emergiram estão relacionadas na tabela 7.

Tabela 7 – Categorias que emergiram da análise da questão 2.

Categoria	Concepção	Exemplo
5	Ocorre reação química na dissolução de compostos moleculares.	 
6	Água é representada como matéria contínua.	

Nesta análise de representações prévias, 51,5% dos estudantes preferiram representar as moléculas na forma estrutural, enquanto que 30,3% preferiram a fórmula molecular. Apenas uma das representações levou em consideração a interação intermolecular.

A concepção de que em uma mistura sempre há reação entre os componentes (categoria 5) também foi notada por Ebenezer e Erickson (1996) ao entrevistar 13 estudantes do 11° ano. Os autores atribuíram esta concepção à diferença de significado da linguagem química usada pelos estudantes e pelos professores e em manuais escolares nas aulas de Química.

As representações que emergiram na categoria 6 indicam a dificuldade de alguns estudantes em aceitar a natureza particulada da matéria, pois não expressaram um modelo adequado para interpretar estes sistemas. Ayres (2011) obteve resultados semelhantes em uma das atividades de modelagem que aplicou em sua pesquisa de mestrado. Nesta atividade, os estudantes de ensino médio

tiveram que elaborar representações pictóricas e verbais para explicar um sistema homogêneo de cloreto de sódio e água. A autora identificou que os estudantes normalmente atribuem características macroscópicas ao representar o sistema no âmbito submicroscópico.

A questão 3 do questionário inicial do roteiro (apêndice A) apresenta 5 modelos de representações de compostos iônicos em meio aquoso. 24,2% dos estudantes responderam e justificaram corretamente enquanto que 15,1% responderam corretamente, mas não justificaram. 12,1% assumiram não ter ideia de como responder. Os modelos explicativos que evidenciaram as concepções mais frequentes estão agrupados nas categorias da tabela 8.

Tabela 8 – Categorias que emergiram da análise da questão 3.

Categoria	Concepção
7	Ocorre reação química entre o sal e a molécula de água (alternativa e).
8	Íons solvantando as moléculas de água (alternativa c)

Os estudantes que possuem a concepção da categoria 7 consideram a dissociação iônica como uma transformação química. Apesar de haver uma correspondência, os alunos que apresentaram a concepção desta categoria não são, necessariamente, os mesmos que apresentaram a concepção da categoria 5. Esta ideia (categoria 7) pode ser derivada do ensino de “reações de dupla-troca”, em que o radical mais eletropositivo deslocaria o radical menos eletropositivo ignorando a teoria de dissociação eletrolítica de Arrhenius, que impõe restrições a este tipo de classificação (LOPES, 1995). A partir da análise do tratamento dado por livros didáticos às reações químicas, Nery, Liegel e Fernandez (2006) apontam que o termo “dupla troca” é usado para designar os processos de dissociação na maior parte dos livros didáticos disponíveis no mercado.

Na categoria 8, os estudantes representaram os íons solvatando a molécula de água e não ao contrário. Estes resultados também foram apontados por Gondim e Mendes (2007) e por Silva et al. (2002), ao investigar as concepções de estudantes de licenciatura em química a partir de representações pictóricas. Este resultado aponta que estes estudantes não compreendem corretamente o modelo

de solvatação e desconhecem que o soluto, por definição, é sempre aquele que está em menor quantidade.

3.3 Análise dos modelos sobre polaridade molecular

Esta atividade foi realizada em grupos de 3 a 6 alunos. Após realizar o experimento, os estudantes responderam às questões do roteiro (apêndice B). As respostas da questão 1 puderam ser agrupadas em função das variáveis explicativas dos modelos dos estudantes para justificar a polaridade das moléculas (tabela 9).

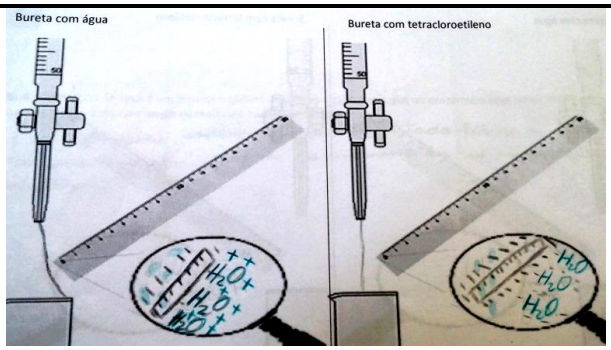
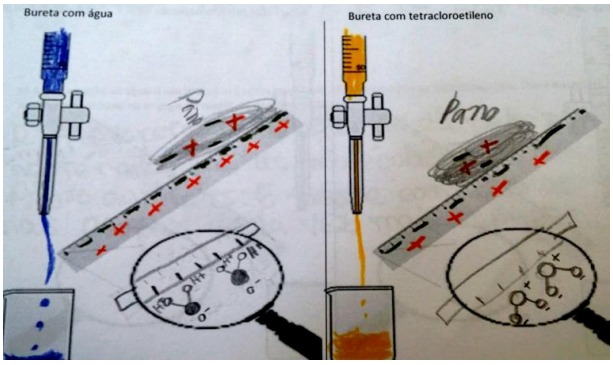
Tabela 9 – Variáveis explicativas utilizadas pelos estudantes para justificar a polaridade do C_2Cl_4 e da H_2O.

Variáveis explicativas	Exemplo	Frequência (%)	
		C_2Cl_4	H_2O
Geometria e eletronegatividade	"Os átomos de cloro são mais eletronegativos e estão igualmente distribuídos na molécula"	24,2	15,2
Geometria	"A molécula de água é polar porque tem geometria angular"	6,1	9,1
Eletronegatividade	"É polar porque o oxigênio é mais eletronegativo do que o hidrogênio"	6,1	18,2
Sem justificativa	---	63,6	57,6

Nota-se, pela tabela 9, que os estudantes têm dificuldades de explicar a polaridade das moléculas mesmo com o uso de simulações e modelos de bola-vareta. Além disto, uma parte maior dos estudantes prefere explicar a polaridade do tetracloroetileno em função da estrutura e da diferença de eletronegatividade, enquanto que a polaridade da molécula de água é preferencialmente explicada levando-se em consideração apenas a diferença de eletronegatividade.

A análise das representações pictóricas da questão 4 e da questão 3 do roteiro do experimento (apêndice B) resultou nas categorias relacionadas na tabela 10.

Tabela 10 – Categorias que emergiram da análise da questão 4 (Apêndice B).

Categoria	Concepção	Exemplos
9	Moléculas possuem cargas elétricas	"O polo positivo da água foi atraído pela régua..." "As cargas negativas da régua atraem as cargas positivas da água" Durante a atividade, A1 pergunta ao professor: A1 - Apolar é quando a molécula não é negativa nem positiva, então eu posso dizer que ela é neutra?
10	O tetracloroetileno é formado por moléculas de água	 

Mesmo tendo contato com as estruturas 3D e os modelos físicos de bola-vareta, 30,3% dos alunos preferiram representar as substâncias pela fórmula molecular e um estudante representou as moléculas de água na forma de gotas. Ribeiro e Greca (2005) notaram resultados semelhantes ao analisar o impacto de um software nas representações pictóricas de estudantes universitários. Segundo os

autores, é necessário que o estudante tenha algum domínio teórico do assunto para que estas ferramentas de visualização causem ganhos conceituais significativos. Por outro lado, ao comparar os resultados desta atividade com os preliminares, nota-se um aumento significativo no número de estudantes que consideraram a estrutura da molécula como um fator importante para a explicação do fenômeno observado.

Além disto, é comum os estudantes apresentarem dificuldades em migrar para os modelos representativos no submicroscópico, pois este nível requer grande capacidade de abstração (HILTON; NAKHLEH, 1999). Durante a atividade, os estudantes relataram a dificuldade de modelar os fenômenos que ocorrem no submicroscópico. O diálogo a seguir foi registrado durante a execução do experimento e reforça esta ideia:

> A1 - Tá, a régua está eletrizada, mas como eu vou fazer para perceber isso?
> A2 - Você não vê.
> A1 - Mas não faz sentido para mim. (Informação verbal)[14]

Após o uso da simulação e realização do experimento, 54,5% dos estudantes representaram as moléculas em sua forma estrutural e levaram em consideração a interação intermolecular, enquanto que 18,2% desenharam as moléculas em posições iguais e organizadas. Silvia et al. (2005) notaram que até mesmo estudantes de licenciatura em química apresentam dificuldades de representar as partículas em posições aleatórias.

15,2% dos estudantes desenharam apenas cargas, indicando que o fator eletrostático é o único ou mais importante que a estrutura da molécula. Viennot (1996) identifica este caso como típico de uma redução funcional, onde a explicação de um fenômeno que depende de diversos fatores é reduzida a apenas uma variável.

A concepção da categoria 9 (Tabela 10) possivelmente é fruto da simulação utilizada como modo instrucional, onde as moléculas são representadas com cargas (figura 9). Vedelsby (1996) alerta que, ao utilizar um software educativo como representação de um modelo, é imprescindível que os estudantes tenham

[14] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 6 do anexo G.

consciência de seus pressupostos simplificadores e seus limitados contextos de validade.

Os estudantes que apresentaram as concepções da categoria 10 têm dificuldades de representar outra substância no submicroscópico que não a molécula de água. Isto pode estar relacionado ao fato de as duas substâncias terem o mesmo aspecto no nível macroscópico, e/ou porque os estudantes simplesmente acreditam que a molécula de água é uma estrutura submicroscópica universal das substâncias.

3.4 Análise dos modelos resultantes da experimentação investigativa

Nesta atividade, os modelos expressos não são analisados individualmente uma vez que os estudantes apresentaram resultados semelhantes em cada grupo. Isto decorreu de um maior engajamento dos estudantes em negociar seus modelos expressos e construir um único modelo consensual (GILBERT, 2005).

Todos os grupos apresentaram procedimentos suficientemente satisfatórios para responder à questão investigativa, mas apresentaram hipóteses distintas para prever e justificar quais seriam os resultados experimentais (tabela 11). Alguns dos procedimentos se pautaram em aspectos qualitativos e a partir dos sentidos, tais como: “colocar as substâncias na mesa e observar qual delas vai evaporar mais rápido” ou “colocar na palma da mão e sentir qual vai gelar mais”. Outros grupos coletaram dados quantitativos, seja utilizando o termômetro para medir a variação de temperatura em um determinado tempo, seja medindo o tempo necessário para que ocorresse uma determinada variação de temperatura.

Tabela 11 – Poder de previsão dos modelos dos estudantes (hipóteses)

Hipótese	Grupo(s)
O pentan-1-ol deverá marcar a menor temperatura no termômetro porque esta substância absorve mais calor ao evaporar.	G1, G3, G5 e G6
O hexano deverá deixar mais gelado [quando colocado na palma da mão] porque evapora mais rápido.	G7 e G8
O hexano deverá vaporar mais rapidamente [após ser adicionado em cima da mesa].	G10
Não elaboraram previsões.	G2, G4 e G9

Após executar o experimento, os grupos apresentaram conclusões que diferiram em função das variáveis explicativas acionadas para dar significado aos resultados experimentais (tabela 12).

Tabela 12 – Variáveis explicativas acionadas pelos estudantes para explicar o fenômeno da evaporação.

Variáveis explicativas	Exemplo	Grupos
Transferência de energia, volatilidade e tipo de interação intermolecular	"O hexano evapora mais rápido e absorve mais energia porque tem um tipo de interação mais fraca"	G1, G3, G5 e G6
Transferência de energia e volatilidade	O hexano absorve mais energia porque é mais volátil"	G2
Transferência de energia	"O hexano absorve mais energia"	G4
Volatilidade	"O hexano evapora mais rápido" ou "...porque tem o menor ponto de ebulição"	G7, G8 e G10
Sem conclusão ou respostas confusas	"A temperatura varia de acordo com o tipo de interação intermolecular"	G9

Quanto maior o número de variáveis explicativas utilizadas pelos estudantes para explicar determinado fenômeno mais completo é o modelo mental destes (MOREIRA, 1996). Os grupos G1, G3, G5 e G6 (tabela 12) tiveram a sua hipótese refutada no experimento (tabela 11) e elaboraram conclusões mais complexas acerca do fenômeno estudado. Segundo Bachelard (2006), o erro subsidia o desenvolvimento de novas técnicas, teorias e discursos sociais.

Já os grupos G7, G8 e G10 (tabela 12), tiveram suas hipóteses comprovadas (tabela 11) pelo experimento e o modelo explicativo não precisou ser reformulado, permanecendo com um poder de explicação restrito, apesar de funcional. Johnson-Laird (1983) alerta que a mente constrói um modelo mental inicial e o revisa recursivamente apenas se necessário. Adicionalmente, WIND et al. (2009) dissertam sobre a dificuldade de perceber as imperfeições no modelo sem que ele falhe, pois as pessoas normalmente ficam presas a uma única visão de mundo e até criam mecanismos inconscientes para filtrar as informações conflitantes com o modelo atual. O diálogo a seguir ocorreu no momento em que o grupo estava tentando reconstruir seu modelo explicativo.

> A2 - É o oposto do que a gente imaginava, o que menos absorve energia foi o que mais absorveu do termômetro.
> A1 - Não gente, mas sabe o que eu pensei agora? Não quer dizer que ele absorve menos energia, quer dizer que ele precisa de menos energia para evaporar, não quer dizer que ele absorve mais. A gente estava pensando errado.
> [...] A1 - Então tipo, ele precisa de menos energia para evaporar, mas não quer dizer que ele absorve menos energia. A gente pensou assim.
> A4 - Ah, então como que é mesmo?
> A1 - Ele precisa de menos energia para evaporar, só que ele absorve mais. Ele precisa de menos energia para evaporar.
> A4 - Por que o ponto de ebulição dele é menor?
> A1 - Sim, mas ele absorve mais energia do que/ o que precisa de mais energia para evaporar.
> A3 - Porque ele é menor, entendeu? Como é menor/
> A1 - Como ele precisa de menos energia/ só que ele evapora mais rápido.
> A4 - Ah;; entendi.
> A1 - Ele precisa de menos energia/ ele precisa de menos energia só que ele absorve rápido/ evapora rápido. O outro precisa de muito mais energia/
> A5 - Então demora mais.
> A4 - Ah; sim. (Informação verbal)[15]

[15] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 62 do anexo G.

Os estudantes dos grupos G2 e G4 (tabela 12) apresentaram uma evolução no modelo expresso uma vez que inicialmente não possuíam hipóteses sobre quais seriam os resultados experimentais (tabela 11), mas conseguiram elaborar uma explicação após realizarem o experimento. Entretanto, possuem modelos explicativos limitados uma vez que não transitam para o nível submicroscópico. A transposição por entre esses dois níveis de representação é essencialmente difícil ao estudante (HILTON; NAKHLEH, 1999). Já o grupo G9 não conseguiu elaborar um modelo explicativo para formular hipóteses (tabela 11) ou para explicar seus resultados (tabela 12). MOREIRA e LAGRECA (1998) caracterizam estes estudantes como sendo não modelizadores, pois não conseguiram explicar, prever e transferir o seu conhecimento para outros contextos.

3.5 Análise dos modelos sobre miscibilidade e interação intermolecular

Os modelos expressos pelos estudantes de forma pictórica na questão 3 do experimento (apêndice D) foram analisados em função de três variáveis explicativas: estrutura, interação e dissociação (tabela 13).

Tabela 13 – Categorias de análise em função das variáveis explicativas – continua.

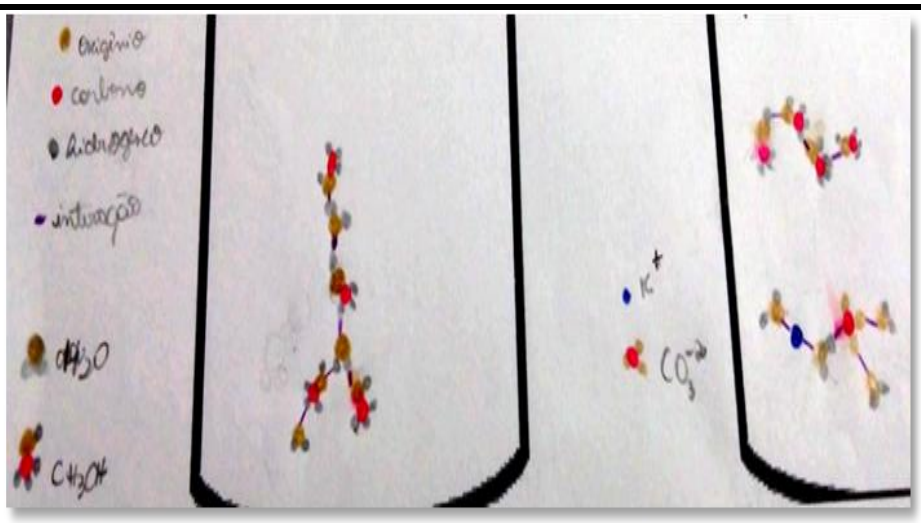
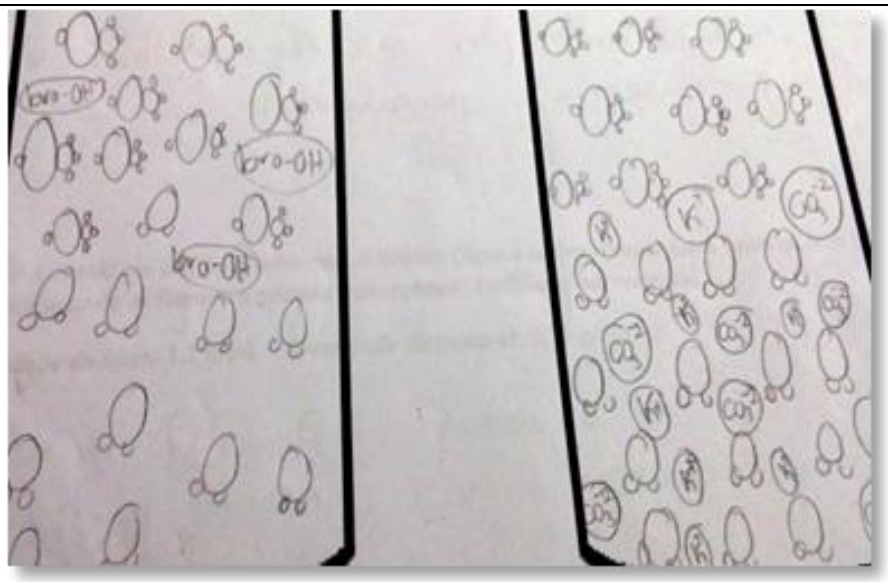
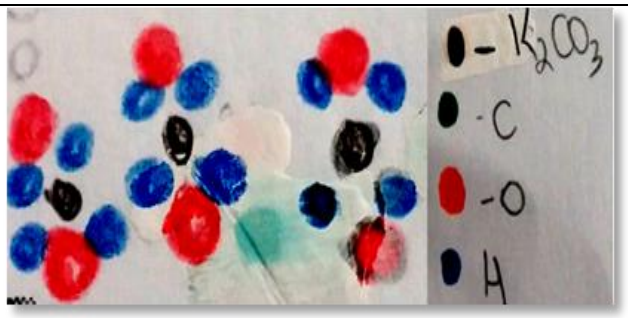
Variável explicativa (frequência)	**Exemplos**
Estrutura, interação e dissociação (63,6%)	
Estrutura e dissociação (9,1 %)	
Estrutura e interação (3%)	

Tabela 13 – Categorias de análise em função das variáveis explicativas – continuação.

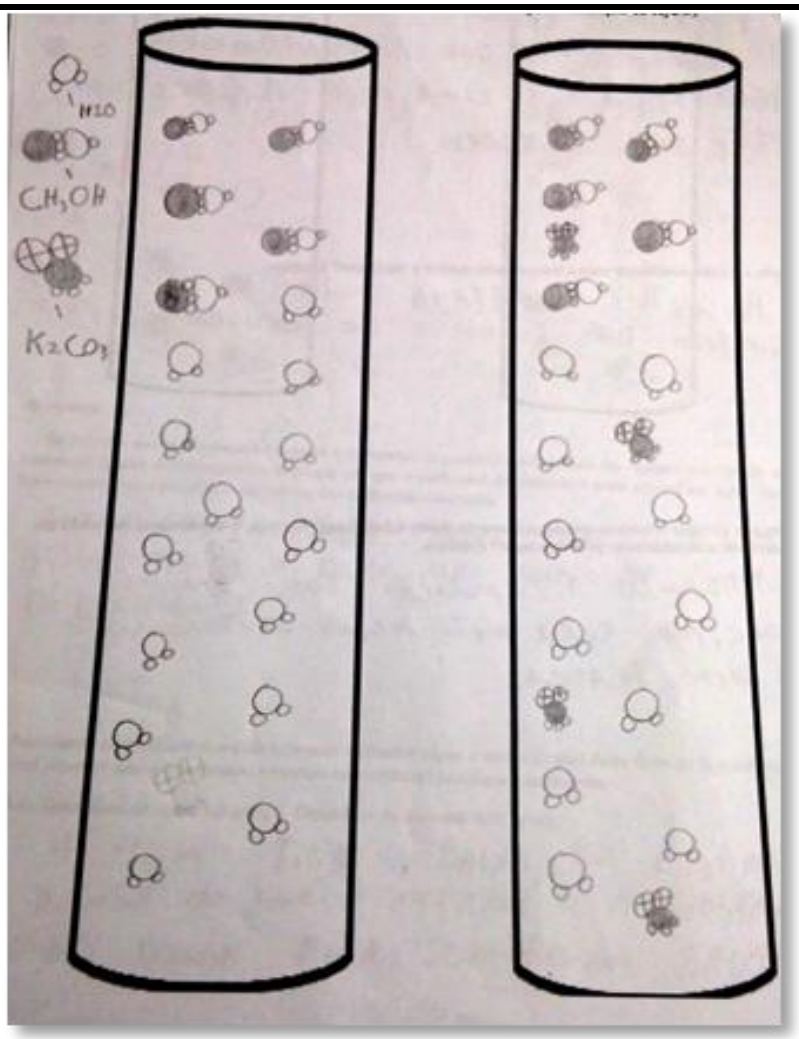
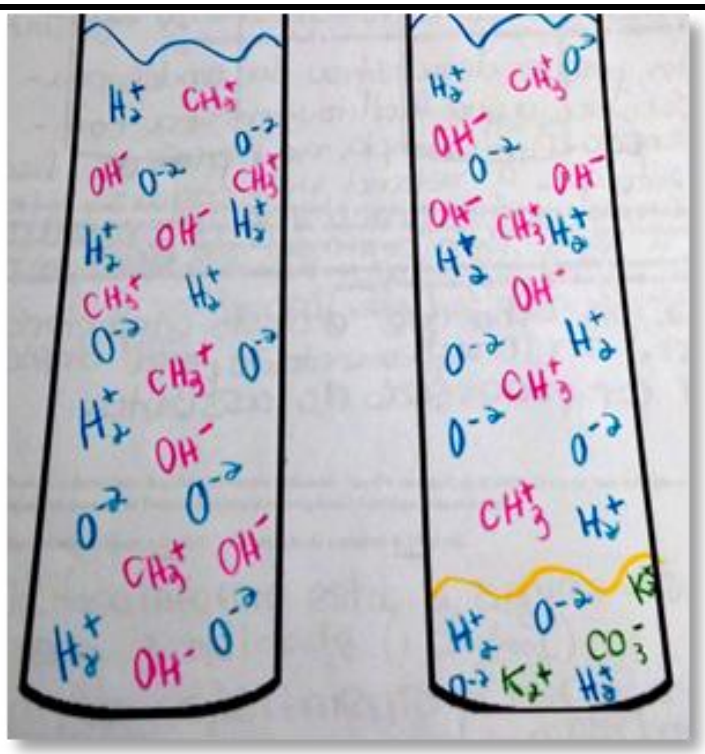
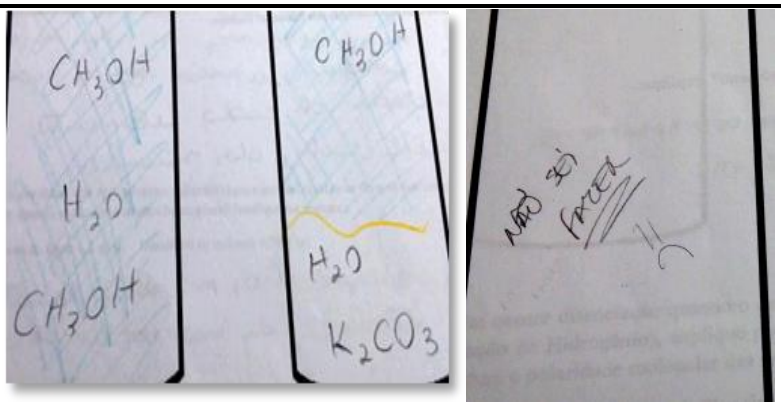
Variável explicativa (frequência)	**Exemplos**
Estrutura (12,2%)	

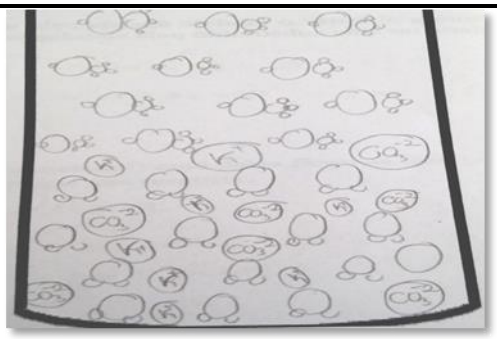
Tabela 13– Categorias de análise em função das variáveis explicativas – conclusão.

Variável explicativa (frequência)	**Exemplos**
Dissociação (3%)	
Nenhuma (9,1%)	

Os resultados da Tabela 13 demonstram que os alunos estão incorporando cada vez mais variáveis explicativas em seus modelos expressos para explicar um fenômeno no âmbito submicroscópico. O uso de diversos níveis de representação e de estratégias metodológicas fomenta a produção discursiva em sala de aula, pois pondera o fato de que os estudantes possuem diferentes estruturas motivacionais, culturais e cognitivas, (KRESS et al. 2001).

As limitações dos modelos da Tabela 14 emergiram da análise das representações pictóricas em conjunto com as produções verbais escritas da questão 2 do roteiro de laboratório (apêndice D).

Tabela 14 – Categorias que emergiram da análise da questão 2 (apêndice D).

Categoria	Concepção	Exemplos
11	Densidade como fator predominante para solubilização	“O carbonato de potássio dissolve melhor em água por ter densidade semelhante”
12	Moléculas sempre na mesma posição	

As categorias 5, 8 e 9 levantadas em análises anteriores persistiram, enquanto que as categorias 6 e 7 (passíveis de aparição) não foram identificadas na análise destas produções. Segundo Duit e Treagust (1995) o fato de algumas ideias originais persistirem é comum, pois os estudantes encontram-se em uma zona de conforto com as suas próprias concepções.

A ausência da categoria 6 é indício de que os estudantes possuem modelos explicativos que contemplam o entendimento da natureza descontínua da matéria. Compreender que toda substância ou mistura é formada por partículas que estão em constante movimento e interação implica na assimilação da ideia complexa e abstrata do vazio (POZO e CRESPO, 2009).

Nota-se também que os estudantes compreendem melhor o fenômeno da dissociação por conta da ausência da categoria 7, enquanto que, a persistência da categoria 8, indica que os modelos desses estudantes ainda precisam ser refinados,

uma vez que os alunos não ponderaram a proporção que há entre o soluto e o solvente em uma mistura.

Estudantes que têm a concepção de que a miscibilidade depende da densidade foram agrupados na categoria 11. Explicações baseadas nas diferenças de densidade também foram usadas por estudantes para justificar a solubilidade em estudo realizado por Ebenezer e Gaskell (1995). Neste caso, o modelo explicativo apresentado pelos estudantes parece encontrar-se apenas no campo observável (macroscópico), pois o estudante não pondera as interações interpartículas e a polaridade das moléculas para explicar a dissolução. Estabelecer relações entre o fenomenológico e os níveis de representação simbólico e submicroscópico é particularmente difícil para os estudantes porque o pensamento deles é construído acerca da informação sensorial (BEN-ZVI, EYLON e SILBERSTEIN, 1987).

3.6 Análise dos modelos expressos ao final do minicurso

Ao final do minicurso os estudantes responderam individualmente a um questionário em que os modelos explicativos sobre polaridade, mudança de estado físico, solubilidade, estrutura e interação molecular foram necessários para responder às questões. Também foram adicionadas duas questões sobre tensão superficial e cromatografia na intenção de testar se o modelo dos estudantes sobre interação intermolecular tem um potencial explicativo que suporta mudança de contexto.

3.6.1 Modelos expressos sobre mudança de estado físico

A mudança de estado físico foi analisada de forma verbal e pictórica explorando os aspectos energéticos do fenômeno. A análise da questão 1 (apêndice E) apontou para a persistência da concepção da categoria 12, enquanto que as categorias 1, 2, 3 e 4 estão ausentes. Estes resultados apontam para uma evolução no modelo explicativo dos estudantes sobre o fenômeno da evaporação. A única

dificuldade de aprendizagem (categoria 12) pode ter persistido por uma questão de praticidade, pois é mais fácil desenhar as moléculas na mesma posição. De qualquer maneira, estes alunos não ponderaram as interações intermoleculares em suas representações.

3.6.2 Análise das representações pictóricas sobre solubilidade

A análise das representações pictóricas da questão 2b (apêndice E) apontou que 72,7% dos estudantes compreenderam e aplicaram corretamente o modelo de interação intermolecular e de solubilidade para prever a ocorrência do fenômeno salting-out.

A análise das respostas da questão 4 (apêndice E) aponta para a ausência da concepção da categoria 8. 72,7% responderam e justificaram corretamente enquanto que 6,1% assumiram não ter ideia de como responder. Apenas 12,1% persistiram na concepção da categoria 7. A ideia de que ocorre uma reação química nos fenômenos de dissolução e dissociação pode derivar da forma com que alguns alunos representam estes compostos (episódio 81) ou porque realmente acreditam que ocorre a formação de um novo composto (episódio 84).

> A3 - Ó espera aí, quando você está fazendo uma interação intermolecular/ quando você faz o tracinho é porque eles se ligaram, quando/ você está vendo que eu não pus nenhum tracinho para representar? Tô dizendo que houve uma aproximação por causa da interação.
> A1 - A tá.
> A3 - Quando você coloca um tracinho quer dizer que fundiu, é uma coisa só.
> A1 - Certo.
> A3 - Entendeu? Então tira esses tracinhos daí.
> A2 - Só desse né?
> A3 - Não, eu não coloquei tracinho em nada. Você só deixa as moléculas próximas, entendeu?
> A2 - Mas por que nesse liga?
> A3 - Nesse também não liga. Ó, aqui é minha molécula de água, esse aqui é o meu metanol e aqui está o cro/
> A2 - Bromo/
> A3 - O corante, o corante está mais próximo do metanol e a água está mais próxima do metanol, eu só aproximei, por causa da interação intermolecular, mas eles não viram uma coisa só.
> A2 - Uhum.
> A3 - Porque no nível molecular eles estão separados, entendeu?

A2 - Sim.
A3 - São coisas diferentes. (Informação verbal)[16]

A1 - Então, de alguma forma, ele reage com o líquido?
A2 - Uhum.
A3 - Escreve que tem um negócio azul, um transparente e um sólido no final.
A1 - Não, mas a gente está tentando entender o porquê.
A2 - É simples, é porque reagiu. (Informação verbal)[17]

Os demais (9,1%) não responderam ou assinalaram a alternativa “a”, onde a polaridade da água se encontra invertida.

3.6.3 Análise dos modelos aplicados em contextos distintos

A questão 5 (apêndice E) investiga se o estudante é capaz de utilizar seu modelo sobre interações intermoleculares para explicar o fenômeno da tensão superficial. 45,4% dos estudantes correlacionaram corretamente o tipo de substância correspondente à gota representada no desenho e pautaram suas justificativas em função da interação intermolecular desta com o vidro. Os demais não justificaram ou buscaram alternativas para explicar o fenômeno. Destas explicações, destaca-se a categoria de análise relacionada na Tabela 15.

Tabela 15 – Categorias que emergiram da análise da questão 5 (apêndice E).

Categoria	Concepção	Exemplos
13	Não existe interação entre moléculas de polaridades diferentes	“O hexano é a “gota A” porque é um hidrocarboneto apolar e não tem interação com as moléculas polares do vidro”

Solomonidou e Stavridou (2000) realizaram um estudo com 168 estudantes, com idade entre 13 e 14 anos, com o objetivo de diagnosticar equívocos no processo de construção do conceito de substância. Os autores constataram que, inicialmente, os alunos concebiam substâncias como objetos inertes isentos de

[16] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 81 do anexo G.
[17] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 84 do anexo G.

interação (categoria 13). Em concordância, Nussbaum (1985) argumenta que a dificuldade para entender os sistemas homogêneos e heterogêneos em nível submicroscópico não deve surpreender, uma vez que requer um alto nível de abstração e conhecimento de modelos atômicos.

Compreender o sistema da questão 5 (apêndice E) demonstrou ser a grande dificuldade dos estudantes, uma vez que muitos deles pensaram que o hexano é a gota C porque ele evapora mais rápido. Neste contexto, nota-se que estes estudantes se sentem mais confortáveis para aplicar o modelo de evaporação do que o de interação intermolecular.

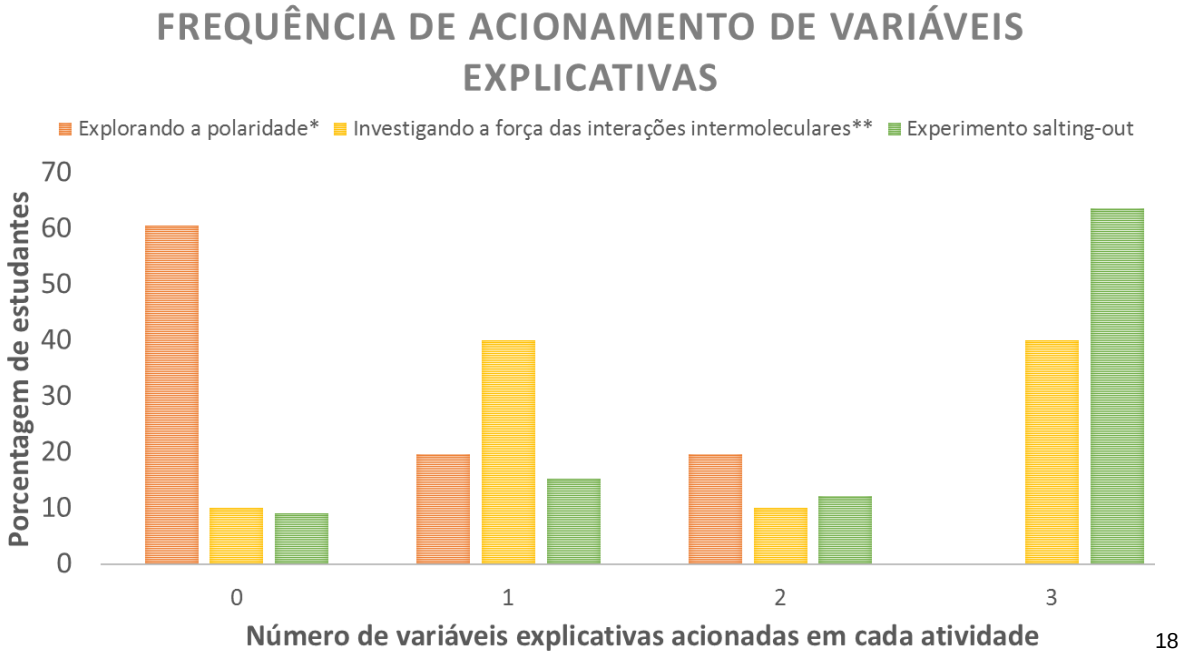
Ao responder à questão 6 sobre cromatografia, (apêndice E), 72,7% dos estudantes acertaram e justificaram corretamente, quanto que 12,1% não responderam. Os 15,2% restantes apresentaram respostas erradas ou com justificativas confusas. A análise desta questão não resultou em nenhuma categoria de análise, pois não houve uma limitação dos modelos frequente nas produções.

3.7 As mudanças ocorridas nos modelos expressos dos estudantes ao longo do minicurso.

Pela análise dos dados (tabela 5) é possível avaliar se ocorreu mudança nos modelos dos estudantes, durante o minicurso, em relação à frequência de acionamento de variáveis explicativas, formas de representação das estruturas, utilização dos modelos no nível submicroscópico para explicar e/ou predizer fenômenos no macroscópico, superação ou persistência de limitações e se o modelo suporta mudança de contexto.

3.7.1 Frequência de acionamento das variáveis explicativas.

De acordo com os resultados apresentados até o momento, é possível caracterizar as mudanças ocorridas nos modelos expressos pelos estudantes em função do número e frequência de variáveis explicativas acionadas para explicar ou predizer determinado fenômeno em cada atividade realizada (figura 14).



[18]

Figura 14. Evolução dos modelos expressos em função de variáveis explicativas.

3.7.2 Formas de representação das estruturas.

Desenhar as partículas na forma estrutural em uma representação pictórica é importante se o objetivo da questão é investigar as interações intermoleculares, pois a partir da estrutura pode-se definir com mais facilidade se a molécula é polar ou apolar e assim definir o tipo de interação que existe entre as partículas. A tabela 16

[18] * Média calculada a partir dos resultados da tabela 9. ** Porcentagem de grupos.

expressa as mudanças ocorridas ao longo do minicurso em relação à forma de representar as partículas.

Tabela 16 – Frequência de formas de representação das partículas durante o minicurso.

	Forma de representação (%)		
Representação Pictórica analisada	**Representação do macroscópico, apenas cargas ou não representou**	**Fórmula molecular**	**Fórmula estrutural**
Apêndice A – Questão 2	13,2	31,6	55,3
Apêndice B – Questão 4	24,3	2,7	73,0
Apêndice C – Questão 5	6,1	3,0	90,9
Apêndice D – Questão 3	5,9	8,8	85,3
Apêndice E – Questão 1	10,3	15,4	74,4

Nota-se um aumento significativo no número de estudantes que passaram a considerar a estrutura da partícula como um fator relevante desde a coleta do questionário inicial (apêndice A, questão 2) para as questões do laboratório sobre polaridade (apêndice B, questão 4). Este resultado pode ser atribuído ao uso das simulações (figuras 5, 6, 8 e 9) e das estruturas físicas bola-vareta, pois estes modos instrucionais reforçam a importância de se considerar a forma estrutural para definir a polaridade da molécula. Entretanto, nota-se um aumento no número de alunos que antes haviam escrito a fórmula molecular e passaram a não desenhar, representar no macroscópico (como gotas, por exemplo) ou desenhar cargas. Especificamente nesta atividade, em que os estudantes precisaram representar as partículas de água e tetracloroetileno interagindo com a régua eletrizada, notou-se que a maior parte deles preferiram utilizar a representação de cargas aplicando a ideia de que cargas opostas se atraem. Esta concepção (categoria 9) pode ter sido gerada pela própria simulação utilizada como modo instrucional (figura 9), onde são atribuídas cargas aos átomos de oxigênio, de hidrogênio e ao material da régua.

Nas duas últimas produções pictóricas (apêndice D, questão 3 e apêndice E, questão 1) notou-se uma diminuição nas representações estruturais das partículas.

Como os sistemas desenhados foram ficando mais complexos, com maior número de partículas diferentes interagindo e com maior número de fases na mistura este decréscimo já era, de alguma forma, esperado.

3.7.3 Utilização de modelos no submicroscópico para explicar e/ou predizer fenômenos no macroscópico.

A figura 15 ilustra os resultados relacionados da tabela 16 e indica que os estudantes se sentiram cada vez mais à vontade para predizer e explicar fenômenos em nível submicroscópico.

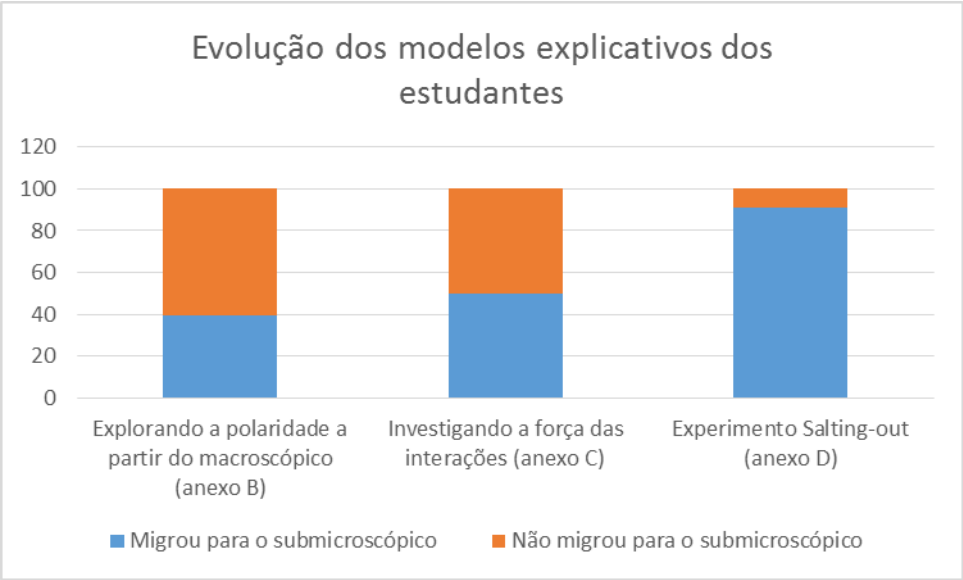


Figura 15. Evolução dos modelos dos estudantes ao longo das atividades do minicurso em função do potencial em migrar para o submicroscópico.

3.7.4 Superação ou persistência das limitações dos modelos.

As limitações dos modelos expressos que surgiram durante o minicurso foram categorizadas via análise de conteúdo. A tabela 17 resume a superação ou não destas limitações.

Tabela 17 – Limitações dos modelos dos estudantes e a capacidade de superação destas ao longo do curso.

Categorias	Superação
1 - Ligações são rompidas quando muda de estado físico.	Superada
2 - Quando evapora os íons H^+ e OH^- são liberados	Superada
3 - O vapor de água possui substâncias simples dissolvidas	Superada
4 - Evaporação é um processo exotérmico	Superada
5 - Ocorre reação química na dissolução de compostos moleculares	Persistiu
6 - Água é representada como matéria contínua	Superada
7 - Ocorre reação química entre o sal e a molécula de água (alternativa e).	Superada
8 - Íons solvantando as moléculas de água (alternativa c)	Superada
9 - Moléculas possuem cargas elétricas	Persistiu
10 - O tetracloroetileno é formado por moléculas de água	Dados insuficientes
11 - Densidade como fator predominante para solubilização	Dados insuficientes
12 - Moléculas sempre na mesma posição	Persistiu
13 - Não existe interação entre moléculas de polaridades diferentes	Dados insuficientes

As categorias 1, 2 e 3, que emergiram do questionário inicial (apêndice A, questão 1a), foram investigadas posteriormente (apêndice C, questão 5), e nenhum dos estudantes apresentou a ideia de que a mudança de estado físico consiste em uma transformação química. Já a concepção da categoria 5, que foi verificada nas produções dos estudantes na representação pictórica da questão 2a do questionário inicial (apêndice A), esteve presente nas produções dos estudantes na última aula (apêndice D, questão 3; apêndice E, questão 1b) como se pode verificar nas figuras 16 e 17.

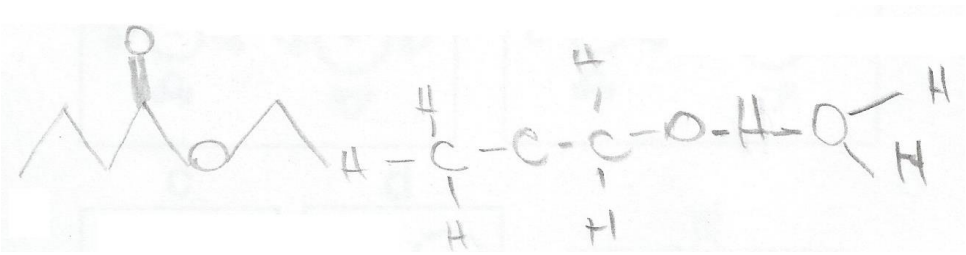


Figura 16. Representação de formação de ligação (apêndice E, questão 1b).

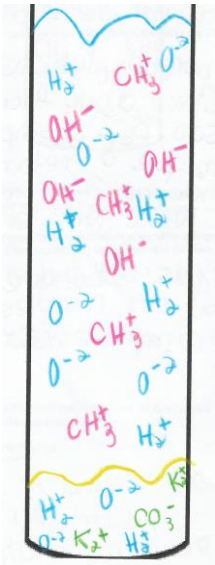


Figura 17. Representação de ionização de compostos moleculares apêndice D, questão 3.

Em diversos momentos da aula quatro do minicurso, os estudantes utilizaram a palavra “ligação” (episódios 67, 74 77, 87, 88) ao invés da palavra “interação” e também se referiram à dissolução como uma reação química (episódios 77 e 83), como se pode observar no trecho retirado do diálogo do episódio 77.

> A1 - E faz também com que o [inaudível] vai deixar a água mais densa ainda. Por exemplo, se ele vai interferir na reação/ na ligação entre a água e o metanol, então ele vai deixar a água mais densa do que o metanol, sem ligar/ sem ligação com a água ele vai separando. (Informação verbal)[19]

As limitações dos modelos dos estudantes podem vir do material instrucional, como a dificuldade de aprendizagem da categoria 9, que deriva da representação de cargas na simulação da figura 9, ou do próprio educador. Não necessariamente porque o educador possui estas limitações, mas pode derivar da maneira com que ele media a construção do conhecimento. Em alguns momentos do minicurso, o professor forneceu muitas respostas prontas ao aluno impedindo que ele construísse seu próprio modelo. Quando o modelo vem pronto e de maneira imposta, o aluno tende a ir pelo caminho da memorização e não da criação de significados.

3.7.5 Modelos aplicados em outro contexto.

O fato de o modelo do estudante suportar mudança de contexto é um indício de que o novo conhecimento foi instaurado na memória de longo prazo (Mayer, 2003). Outro indicativo de aprendizagem é a motivação, a qual pôde ser verificada em diversos momentos do minicurso.

> A1 - Ele precisa de menos energia/ ele precisa de menos energia só que ele absorve rápido/ evapora rápido. O outro precisa de muito mais energia/
> A5 - Então demora mais.
> A4 - Ah; sim.
> A6 - Que lindo gente!
> A1 - Vamos fazer a conclusão gente! [o A2 coloca mais um pouco de hexano na mesa para ver ele evaporar rapidamente]
> A2 - Bateu até a vontade de fazer química agora.
> A5 - Olha isso! Vou prestar química!
> A4 - Eu também! Vamos prestar química.
> A2 - Olha que impressionante meu!
> A1 - Meu, já secou? (Informação verbal)[20]

[19] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 77 do anexo G.
[20] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 62 do anexo G.

A tabela 18 relaciona os estudantes que conseguiram aplicar o novo conhecimento para resolver problemas em situações que não foram trabalhadas durante o minicurso.

Tabela 18 – Frequência de estudantes que aplicaram seus modelos explicativos em contextos distintos.

Contexto	Modelo suporta mudança (%)	Não suporta mudança (%)
Tensão superficial	45,4	54,6
Cromatografia	72,7	27,3

3.8 A multimodalidade no processo de ensino e aprendizagem.

No estudo das interações intermoleculares a simulação teve papel predominante, pois permite que o estudante observe uma representação mais dinâmica do modelo em relação à imagem estática. Ao final da última aula, foi perguntada a opinião dos estudantes sobre o uso de experimentos, simulações e modelos bola-vareta (apêndice D, questões 4, 5 e 6). Todos os estudantes acharam que a simulação foi importante para responder à questão 3 (apêndice D, questão 3).

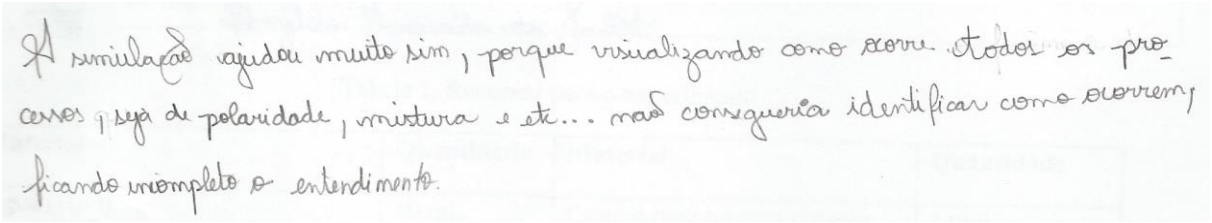
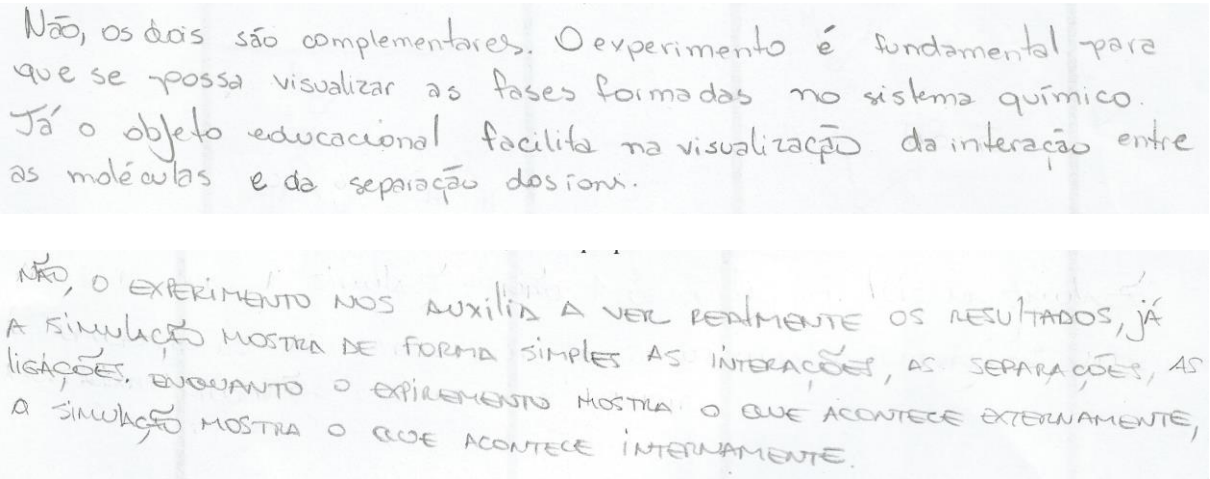

A simulação ajudou muito sim, porque visualizando como ocorre todos os processos, seja de polaridade, mistura e etc... não conseguiria identificar como ocorrem, ficando incompleto o entendimento.

Figura 18. Posicionamento de um estudante sobre a importância do uso da simulação.

A simulação não substitui o experimento para 75,8% dos estudantes. Nas justificativas aparece a ideia de ambos os métodos instrucionais serem

complementares e que com a simulação é possível “ver”, no mundo submicroscópico, o que ocorre no experimento no âmbito macroscópico.


Não, os dois são complementares. O experimento é fundamental para que se possa visualizar as fases formadas no sistema químico. Já o objeto educacional facilita na visualização da interação entre as moléculas e da separação dos íons.

NÃO, O EXPERIMENTO NOS AUXILIA A VER REALMENTE OS RESULTADOS, JÁ A SIMULAÇÃO MOSTRA DE FORMA SIMPLES AS INTERAÇÕES, AS SEPARAÇÕES, AS LIGAÇÕES. ENQUANTO O EXPERIMENTO MOSTRA O QUE ACONTECE EXTERNAMENTE, A SIMULAÇÃO MOSTRA O QUE ACONTECE INTERNAMENTE.

Figura 19. Posicionamentos a favor acerca da utilização da simulação combinada ao experimento.

No episódio 79, os alunos debatem sabre a importância da simulação em conjunto com o experimento, necessariamente nesta ordem.

> A2 - Tipo, você vê a molécula direitinho na simulação, ela ajuda muito, mas não substitui o experimento, sei lá, é tocável. Você vê na realidade assim ó.
> A1 - Eu ia tirar foto.
> A3 - Mas não é uma realidade né?
> A2 - Não, é só uma representação, mas eu preciso disso aqui ó, pra ver mesmo.
> A3 - Você vê mesmo que funciona.
> A2 - É, primeiro a experiência, depois você vai saber o porquê né? Porque se você fala o porquê e depois faz a experiência não tem nexo. (Informação verbal)[21]

Enquanto que, para os demais 24,2% dos estudantes, apenas a simulação bastaria para compreender o fenômeno.

[21] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 79 do anexo G.

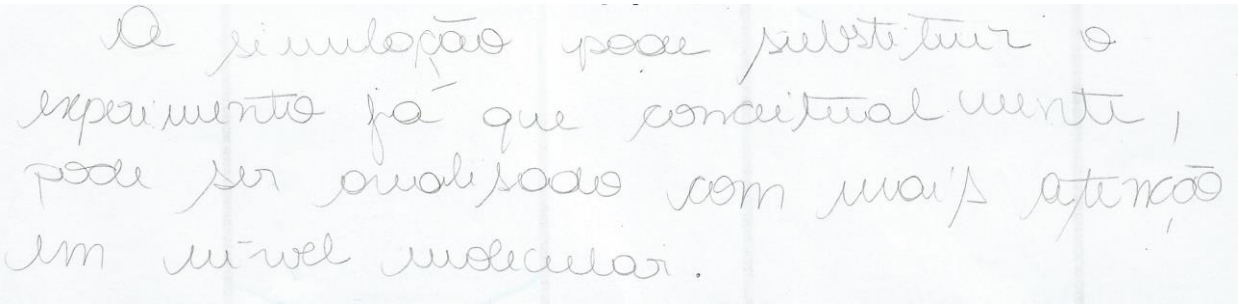

A simulação pode substituir o experimento já que conceitualmente, pode ser analisado com mais atenção em nível molecular.

Figura 20. Posicionamento de um estudante que defende a simulação como único método instrucional.

Na atividade experimental da última aula (apêndice D), os estudantes tiveram um momento de observação e interpretação do experimento no macroscópico antes de observar a simulação (figura 13). Seguem alguns trechos dos episódios de aula transcritos deste momento.

> A1 - Ficou azul de forma instantânea, não dissolve se deixar em repouso. Após vigorosa agitação dissolveu. Ficou mais azul. Adicionou mais e tal. O corpo de fundo, ficou mexendo o;; ocorre reação, o carbono [nato] de potássio meio que borbulhou, você viu que ele meio que borbulhou?
> A2 - Aham.
> A1 - E libera tipo um, foi tipo um gaisinho que consome parte da solução azul e fica branca, depois, por mais que se misture, não se dissolvem mais. (Informação verbal)[22]
>
> A1 - Olha as bolinhas tá vendo? Tá saindo umas bolinhas brancas.
> A3 - Tá saindo uma fumacinha, parece fumacinha branca.
> A1 - Tá saindo umas coisinhas brancas.
> A2 - É como se fosse molécula, não é o negócio branco?
> A3 - É tipo bolha de gás.
> [...]
> A1 - Olha assim ele não mistura, tá vendo? Olha, vou misturar de novo.
> A2 - Ó, ele está se dissolvendo. Eu acho que ele está se dissolvendo.
> A1 - Ó, como se fosse água e óleo. Espera aí, mais um pouquinho. Olha aí, parece umas bolhinhas de óleo e água. Nossa ele está brilhando aqui embaixo. (Informação verbal)[23]

A partir dos diálogos transcritos pode-se perceber que os estudantes buscam modelos explicativos próximos ao seu cotidiano para explicar o que foi observado, como a comparação da mistura de água com óleo citado no episódio 82. Também

[22] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 83 do anexo G.
[23] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 82 do anexo G.

se nota que as observações dos estudantes dificilmente migram para modelos explicativos em nível submicroscópico. Com a mediação do professor, após visualizar a simulação (figura 13) e utilizar os modelos bola-vareta, os seguintes diálogos são externalizados pelos estudantes:

> A1 - Se a gente sabe que aqui é polar, a gente sabe que essa parte é mais eletronegativa [afirma o aluno apontando para oxigênio da molécula de metanol no modelo bola-vareta], Certo? ... O metanol, "CH", o "C" é menos eletronegativo.
> A2 - Fui ontem no clube/ [frase utilizada em cursinhos para memorização da fila de eletronegatividade dos ametais].
> A1 - Então aqui ó, o oxigênio é bastante eletronegativo. Certo? ...
> A1 - "H_2O" faz ponte de hidrogênio e ela é polar.
> A2 - Água tem ponte de hidrogênio e metanol também tem ponte de hidrogênio.
> A1 - A cadeia aqui é maior, porém ele tem também o oxigênio/ o oxigênio não, o carbono.
> A2 - É, mas as duas são polares né? ... Porque apesar do negócio mais eletronegativo estiver aqui/ (Informação verbal)[24]

> A1 - O oxigênio vai pegar o cátion?
> A2 - Isso.
> A1 - Isso, ó, ai depois o hidrogênio vai pegar o ânion.
> A2 - Isso.
> A1 - E tem mais alguma coisa, ou não?
> A2 - Não, aqui em cima/
> A3 - Isso mesmo, só que você pode colocar mais moléculas de água.
> A1 - E fazer a mesma coisa com isso?
> A3 - É, só colocar umas moléculas de água grudadas aqui, você que sabe.
> A1 - A tá, entendi. Tipo assim. Que nem ele mostrou no videozinho, prendendo o negocinho. Aqui também.
> A3 - É mas/ qual é/ você coloca mais no "CO_3".
> A1 - Tá, mas qual é o "CO_3"?
> A3 - O negativo. (Informação verbal)[25]

Nos episódios transcritos se nota que os estudantes passaram a modelar os resultados experimentais no submicroscópicos somente após visualizar a simulação e que os modelos bola-vareta foram essenciais neste processo. De acordo com a teoria de aprendizagem multimodal (MORENO e MAYER, 2007), os modelos são formulados a partir da seleção de informações captadas pelos sentidos. Nesta perspectiva, o modelo bola-vareta e os experimentos acionam um outro sentido além

[24] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 86 do anexo G.
[25] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 90 do anexo G.

da visão e da audição, o tato. 84,6% dos estudantes afirmaram que o modelo bola-vareta auxiliou na compreensão dos conceitos trabalhados durante o minicurso.

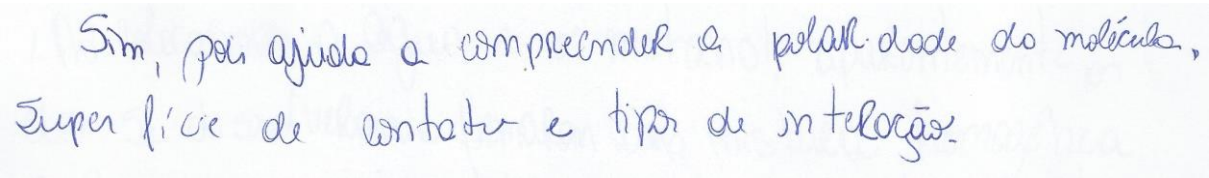

Sim, pois ajuda a compreender a polaridade da molécula, superfície de contato e tipos de interação.

Figura 21. Posicionamento de um estudante sobre o uso do modelo bola-vareta.

Um estudante citou que utilizar mais um sentido, o tato, facilitou no entendimento.

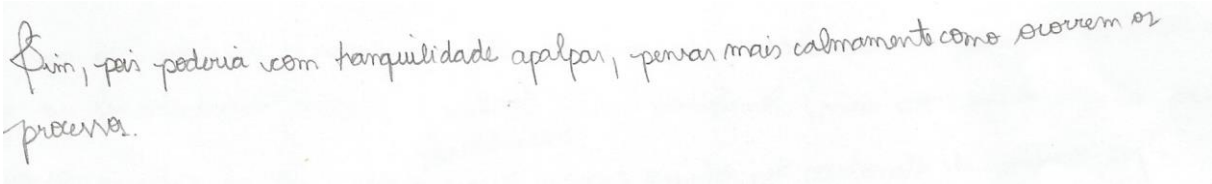

Sim, pois poderia com tranquilidade apalpar, pensar mais calmamente como ocorrem os processos.

Figura 22. Relato de um estudante sobre o uso do modelo bola-vareta.

Outros acharam que o objeto educacional acabou atrapalhando, principalmente pela dificuldade de utilização do material.

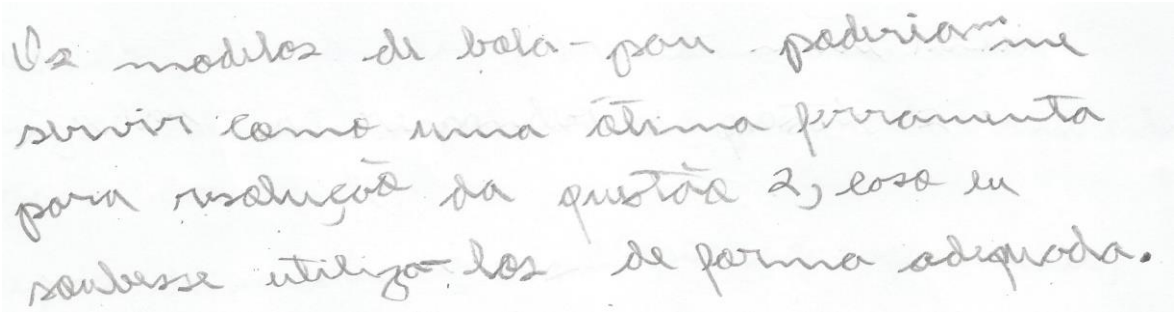

Os modelos de bola-pau poderiam me servir como uma última ferramenta para resolução da questão 2, caso eu soubesse utilizá-los de forma adequada.

Figura 23. Posicionamento de um estudante que defende a não utilização do modelo bola-vareta.

Em um determinado momento da T1, um grupo chama o professor para confirmar se o modelo construído está correto. O professor aponta que o modelo da lousa possui duas ligações e o que eles construíram possui apenas uma.

> A3 - Mas como é que faz duas ligações?
> P - Você pode utilizar esses cabinhos tortos aqui.
> A3 - Ainda não entendi.
> A4 - Olha ali ó, tem duas ligações. Aí em vez de colocar essa reta, você coloca esses daqui. [Falou o estudante enquanto desconstruía a molécula anterior e construía a nova com a dupla ligação.]
> A3 – Ah é, tem duas ligações né. (Informação verbal)[26]

Apesar destas dificuldades, a atividade de montar um modelo físico foi importante para os estudantes compreenderem melhor o que são modelos.

> A1 - Vamos fazer aquela que tem quatro bolinhas verdes. [O aluno 2 começa a construir a molécula de CCl_4 utilizando bolinhas pretas e é interrompido pelo aluno 3.]
> A3 - É verde que é pra fazer.
> A2 - Mas é só para representar, não precisa fazer da mesma cor.
> A3 - Tá ali, faz verde!
> A2 - Não tem verde aqui.
> A3 - Tem sim, aqui ó.
> A4 - Não tem nada a ver esse negócio da cor, é indiferente.
> A2 - Só precisa representar o negócio. (Informação verbal)[27]

O modelo físico, combinado com a simulação e a mediação do professor, também se revelou como uma importante ferramenta instrucional.

> P – Por que assim, esse não é o lado mais positivo [pergunta o professor utilizando o modelo bola-vareta]?

[26] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 3 do anexo G.
[27] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 2 do anexo G.

> A2 e A3 - Sim.
> P - Esse não é o lado mais negativo?
> A1 - Uhum.
> P - É essa a interação.
> A1 - Mas ai não tem tipo .../
> P - Ou assim. Entendeu? Pelo lado debaixo aqui da molécula é mais positivo e aqui é mais negativo.
> A1 - A tá.
> P - E aqui é mais negativo e aqui é mais positivo, sim? Ou; assim. Se eles estiverem de lado seria alguma coisa assim. Entendeu? O positivo desse com o negativo desse, e o negativo desse com o positivo desse.
> A1 - Uhum. Entendi.
> P - Tá? [Quando o professor sai a aluna continua a manipular os modelos bola-vareta explicando para os demais integrantes do grupo]
> A2 - Ele falou que fica assim né?
> A1 - O que?
> A2 - Assim? Assim?
> A1 - É, aqui, positivo com negativo vai ficar assim/ (Informação verbal)[28]

No trecho do episódio 88 se nota que o modelo físico auxilia na compreensão das interações intermoleculares pelo fato de ser uma representação tridimensional. Em concordância, Giordan (1999) afirma que o uso desta ferramenta instrucional desenvolve, no estudante, a oportunidade de concretizar, de certa forma, a representação molecular. O autor ressalva que utilizar apenas o modelo bola-vareta pode estagnar a capacidade do aprendiz de elaborar seus próprios modelos e ressalta a importância de se utilizarem outros modos instrucionais em conjunto, tais como simulações computacionais e experimentos.

Os resultados da análise apontam que os modelos dos estudantes evoluíram em termos de complexidade, pois foram incorporando, aos poucos, cada vez mais variáveis explicativas para explicar um determinado fenômeno (figura 14). Também se nota que as limitações dos modelos foram sendo superadas (tabela 17) ao ponto que o modelo do estudante foi sendo submetido a momentos de reconstrução em novas situações problema. Ao final das atividades, a maior parte dos estudantes se mostraram mais capazes de transitar por entre os níveis de representação (figura 15) e de acionar seus modelos mentais para a resolução de problemas em outros contextos (tabela 18).

---

[28] Transcrição de aula. Trecho retirado do episódio 88 do anexo G.

4. Conclusões

Nesta pesquisa, a abordagem multimodal fomentou a produção e a análise dos dados, pois estes foram coletados nas formas audiovisual, pictórica e verbal escrita. Também foi possível caracterizar o modelo expresso pelos estudantes em função de suas potencialidades e limitações para explicação e predição de fenômenos ao longo do minicurso. A partir dos dados analisados pode-se notar que a multimodalidade auxiliou os estudantes a superarem, na maior parte dos casos analisados, as limitações do modelo e a potencializar a complexidade dos modelos expressos acerca do conceito de interações interpartículas.

Os diversos modos de instrução empregados no minicurso, tais como a leitura de artigo, simulações e modelos bola-vareta fomentaram as produções discursivas e auxiliaram o estudante a construir e aplicar seus modelos mentais no contexto de compreensão, interpretação e resolução de problemas, pois esta estratégia pondera o fato de que os estudantes possuem diferentes estruturas motivacionais, culturais e cognitivas e se mostrou eficiente no estímulo à produção discursiva em uma sala de aula heterogênea.

Das diversas estratégias utilizadas, a experimentação investigativa (apêndice C) se mostrou eficiente ao promover, nos estudantes, as competências de saber selecionar e hierarquizar variáveis segundo critérios de pertinência para a compreensão do fenômeno, além de encadear logicamente sequências de dados extraídos de experimentos. Nesta atividade, notou-se que a transição para o nível submicroscópico ocorre quando o modelo do estudante no âmbito macro não consegue explicar determinado fenômeno. Desta maneira, o modelo explicativo do estudante é forçadamente reformulado ficando com maior poder de predição e explicação. Isto ocorre porque a construção de um modelo mental se baseia na forma como as pessoas interpretam e relacionam o novo com o seu conhecimento prévio. Portanto, à medida em que o sujeito amplia o seu conhecimento sobre determinado assunto, ele precisa rever se aquele modelo prévio se aplica ao novo estado das coisas que ele inconscientemente relaciona.

No experimento de salting-out (Apêndice D), nota-se uma evolução na complexidade do modelo de interação intermolecular dos estudantes, uma vez que 63,3% deles conseguiram elaborar representações pictóricas levando em conta a interação, a estrutura e a dissociação para explicar o fenômeno. Além disto, 90,9% dos estudantes representaram as moléculas em sua forma estrutural, pois consideraram a estrutura como um fator relevante para o entendimento do objeto de estudo. Estes resultados também são estimulados pela estratégia diversificada de modalidades didáticas e de formas de comunicação e pela adaptação dos estudantes em elaborar representações pictóricas e verbais (alfabetização multimodal). As simulações e o modelo bola-vareta, em particular, subsidiaram as idiossincrasias que envolvem a transição do modelo observado para o modelo mental em nível submicroscópico.

Ensinar não é transmitir conhecimento, pois o aluno normalmente assimila o novo conhecimento o relacionando a um conhecimento prévio que, normalmente, é fortemente influenciado pelo senso comum. O feedback constante é importante para colocar em prova essas falsas correlações e corrigir as limitações do modelo do estudante. Por este viés, identificar as limitações dos modelos dos estudantes foi importante para o processo de ensino e aprendizagem do minicurso, pois possibilitou a elaboração e execução de estratégias de ensino imersas em situações-problema que expuseram as limitações do modelo e permitiram que eles, com a devida mediação do professor e dos pares, as reformulassem. O uso da abordagem multimodal como estratégia subsidiou esse processo (de constante feedback) pela diversidade de modos instrucionais. Apesar disto, verificou-se que muitas das limitações dos modelos dos estudantes derivam das próprias limitações dos modos instrucionais e da forma com que o educador media a construção do conhecimento.

Esta pesquisa é pautada na análise da produção de 33 estudantes de um cursinho comunitário da cidade de São Paulo. Visto que estes participantes têm grande motivação e pró-atividade perante os estudos, não podemos generalizar os resultados para a prática de sala de aula regular. Consideramos também que as limitações dos recursos de escolas públicas e particulares podem dificultar a aplicação da abordagem multimodal. Entretanto, com o advento e o acesso à novas

tecnologias de comunicação e informação, tais como celulares, iPads e computadores, consideramos que estas dificuldades tendem a ser superadas.

O uso do modelo bola-vareta durante o minicurso indica que o tato é um sentido que também pode ser explorado no ensino de química e, eventualmente, pode ser incorporado à teoria de aprendizagem multimodal. A ferramenta foi importante para que os estudantes pudessem, de certa forma, concretizar os seus modelos submicroscópicos. Entretanto, notamos que o uso deste material deve vir acompanhado de outros modos instrucionais para que o estudante possa se apropriar de um modelo autônomo e mais complexo.

Um olhar mais amplo sobre os resultados e discussões deste trabalho aponta para a necessidade de mais estudos que explorem a relação entre os modelos expressos e a sua relação com os modelos mentais. Nesta perspectiva, a multimodalidade pode subsidiar as pesquisas na área de ensino, pois o uso de múltiplas abordagens auxilia na compreensão do objeto de estudo pelos seres humanos.

Referências Bibliográficas[29]

AHIAKWO, M. J. Chemistry teachers and their senior secondary Students' answers to pictorial and verbal questions in Evaporation. *African Journal of Chemical Education*, v.3, n.1, 2013.

ANDERSON, B. Pupils' conceptions of matter and its transformations (Age 12-16). In LIJNSE P.L.; LICHT, P.; DE VOS, W.; WAARLO, A.J. (Eds.). Relating macroscopic phenomena to microscopic particles. Utrecht: *CDβ-Press*, 1990, p. 12-35.

AYRES, C. O uso do recurso multimídia no ensino de Química para alunos de ensino médio sobre o conteúdo de ligações intermoleculares. 2011. 319 f. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BACHELARD, G.; *Formação do Espírito Científico*. São Paulo, 1996 (orig. 1938).

BARBOZA, L. D. R.; DINIZ, C. F.; ARAÚJO, A. O. Concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio de Diamantina na representação de mudanças de estados físicos da matéria. VIII ENPEC, Campinas, 2011.

BARDIN. L. Análise de conteúdo. 5ª edição. Lisboa: *Editora Edições,* n. 70, 2009.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R.(org.). *Questões atuais no ensino de ciências*, São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

BEN-ZVI, R.; EYLON, B. e SILBERSTEIN, J. Student's visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, v. 17, p. 117-120, 1987.

BEN-ZVI, R.; SILBERSTEIN, J.; MAMLOK, R. Macro-micro relationships: a key to the world of chemistry*.* In LIJNSE P.L.; LICHT, P.; DE VOS, W.; WAARLO, A.J. (Eds.). Relating macroscopic phenomena to microscopic particles. Utrecht: *CDβ-Press*, 1990, p. 183-197.

BRANDÃO, S. F.; MOTA, M. A. R. C.; VIEIRA, S. R. Estudo comparado dos padrões de concordância em variedades africanas, brasileiras e europeias. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Projeto de Cooperação Internacional Brasil-Portugal. Disponível em http://www.concordancia.letras.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=58 (acesso em 19/05/16).

[29] De acordo com as Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP, Parte I (ABNT) (2ª ed., 2009).

BROSNAN, T.; REYNOLDS, Y. Students' Explanations of Chemical Phenomena: macro and micro differences. *Research in Science & Technological Education*, n.19, v.1, p. 69–78, 2001.

CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgacion de las ciencias*, v. 2, n. 2, p. 183-208, 2005.

CHITTLEBOROUGH, G.; TREAGUST, D. F. The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level *Chemistry Education Research and Practice*, Melbourne. n.8, v.3, p. 274, 2007.

COŞTU, B.; AYAS, A.; NIAZ, M. Promoting conceptual change in first year students" understanding of evaporation. *Chemistry Education: Research and Practice*, n. 11, p. 5-16, 2010.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F.; SCOT P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31-40, 1999.

DUIT, R. Bibliography STCSE – Teachers' and Students' Conceptions and Science Education. Kiel: *IPN – Leibniz Institute for Science Education*, 2006.

DUIT, R; TREAGUST, D. F. Students' conceptions and constructivist teaching approaches. *Improving science education*, p. 46-69, 1995.

EBENEZER, J. V.; GASKELL, P. J. Relational conceptual change in solution chemistry. *Science Education*, v. 79, n. 1, p. 1-17, 1995.

EBENEZER, J.V & ERICKSON, G.L. Chemistry students' conceptions of solubility: a phenomenography. *Science Education*, n.80, v.2, p.181-201, 1996.

EL-HANI, C. N; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. da. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filsofia das Ciências. *Revista Eletrônica: Investigações em ensino de Ciências,* IF-UFRGS, Vol. 9, n.3, 2004, p. 01-50.

FERNANDES, C., MARCONDES, M. E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 20–24, 2006.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o "fazer ciência". *Química Nova na Escola*, n.28, p. 32-36, 2008.

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

GALLEY, W. C. Exothermic Bond Breaking: A Persistent Misconception. *Journal of Chemical Education*, v.81, n.4, 2004.

GARNETT, P.J.; GARNETT, P.J.; HACKLING, M. Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, n.25, p.69–95, 1995.

GILBERT, J. K. Visualization: a metacognitive skill inscience and science education. In: GILBERT, J. K. (Ed.). Visualization in Science Education, Holland: Springer, 2005, p.9-27.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. Multiple Representations in Chemical Education, Models and Modeling in Science Education. Dordrecht: *Springer*, 2009. p. 1–5.

GILLESPIE, R. G. Commentary: Reforming the General Chemistry Textbook. *Journal of Chemical Education*. n. 74, p. 484, 1997.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Valinhos, 1999.

GOMES, A. T.; GARCIA, I. K. Simulação computacional na realidade da EJA: uma intervenção relacionada com os estados físicos da matéria. *Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*, v. 1, n. 1, p. 642-649, 2014.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*. v.11, p. 219-238, 2006.

GONDIM, M. S. C.; MENDES, M. R. M. Concepções alternativas na formação inicial de professores de química: pressuposto para uma reflexão sobre o processo ensino/aprendizagem. *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências*. Florianópolis, 2007.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 7, p. 31-57, 2002.

HALLOUN. I. Schematic Modeling for Meaningful Learning of Physycs. *Journal of Research in Science Teaching*. New York, v. 33, n. 9, p. 1019-1041, Nov, 1986.

HINTON, M. E.; NAKHLEH, M. B. Students' microscopic, macroscopic, and symbolic representations of chemical reactions. *The Chemical Educator*, 4(4), p. 1–29, 1999.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N.; The laboratory in science education: Foundations for the Twenty- First Century. *Science Education*, v.88, n.1, 28–54, 2004.

HORTON, C. Student Alternative Conceptions in Chemistry. *California Journal of Science Education*, v. 7, n. 2, 2007.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book"). NIC M.; JIRAT, J.; KOSATA B.; A. JENKINS. Oxford: *Blackwell Scientific Publications* (2006). Disponível em http://goldbook.iupac.org, acesso em 19/05/2016.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M.; Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

JOHNSON-LAIRD, P. Mental models. Cambridge, MA: *Harvard University Press*, 1983.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: Logical or psychological? *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), p. 9–15, 2000.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), p. 701–705, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, p. 75–83, 1991.

KIND, V. Beyond appearance: Students' misconceptions about basic chemical ideas: A report prepared for the *Royal Society of Chemistry*, 2004.

KOZMA, R. B.; RUSSELL, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 9, p. 949-968, 1997.

KRESS, G., JEWITT, C., OGBORN, J. and TSATSARELIS, C.; Multimodal teaching and learning: the rhetoric of the science classroom. London: *Continuum*, 2001.

KRIPPENDORFF, K. Content Analysis: An introduction to its methodology. 2. ed. Thousand Oaks, Calif: *Sage Publications*, 2004.

LINCOLN, Y.S.; GUBA, E.G. Naturalistic inquiry. Londres: *Sabe*, 1985.

LOPES, A.C. Reações químicas: Fenômeno, representações e transformações. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 7-9, 1995.

LUCKESI, C. C. O que é mesmo o ato de avaliar? *Revista Pátio*, 3(12), 2000.

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

MAYER, R. E. Multimedia learning: Are we asking the right questions. *Educational Psychologist*, 32, p. 1–19, 1997.

MAYER, R. E. The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction,* 13, p. 125–139, 2003.

MENDES, D. M. S.; Solubilidade e Dissolução: Actividades Experimentais.2007. Dissertação (Mestrado em ensino de Física e Química). *Departamento de Didática e Tecnologia Educativa*, *Universidade de Aveiro.*

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. 5(2), p. 67-91, 2000.

MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 193-232, 1996.

MOREIRA, M. A.; LAGRECA, M. C. B. Representações mentais em alunos de mecânica clássica: três passos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.3, n.2, p 83-106, 1998.

MORENO, R. Multimedia learning with na imated pedagogical agents. In R. Mayer. *Cambridge handbook of multimedia learning*. p. 507–524, 2005.

MORENO, R.; MAYER, R. Interactive Multimodal Learning Environments Special Issue on Interactive Learning Environments: Contemporary Issues and Trends. *EducPsychol Rev*. 19, p. 309–326, 2007.

MULFORD, D.R.; ROBINSON, W.L. An inventory for alternate conceptions among first-semester Chemistry students. *Journal of Chemical Education*, v. 79, n. 6, p. 739-744, 2002.

NAHUM, T. L.; HOFSTEIN, A.; MAMLOK, R. N.; BAR, Z. D. Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, v.5, p. 301-325, 2004.

NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Reações envolvendo íons em solução aquosa: Uma abordagem problematizadora para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas. *Revista Química Nova na Escola*, n. 23, 2006.

NUSSBAUM, J. The particulate nature of matter in the gaseous phase. *Children's ideas in science*, p. 124-144, 1985.

OLABUENAGA, J.I. R.; ISPIZUA, M.A. La descodificacion de la vida cotidiana:metodos de investigacion cualitativa. Bilbao, Universidad de deusto, 1989.

OLIVEIRA, R. J. La Complejidad y la Enseñanza de las Ciencias: Un Desafío Siempre Presente. *Conversación*. Montevideo, n. 8, 2004, p. 25-30.

PAAS, F.; RENKL, A.; SWELLER, J. Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, n. 38, p. 1–4, 2003.

PERRENOUD, P. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens, entre duas lógicas. (tradução Patrícia Chittoni Ramos). Porto Alegre: *Artes Médicas*, 1999.

PINHEIRO, E. M.; KAKEHASHI, T. Y.; ANGELO, M. O uso de filmagem em pesquisas qualitativas. *Rev Latino-am Enfermagem.* n. 13, v.5, 2005.

PINTO, D. J. F. P.; Arroio, A. Santos, V. C.; Lamas, M. F. Exploring the relations among miscibility, polarity structure and molecular interaction. *Natural Science Education*, v.40, n.2, p.7-16, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento cientifico. 5. ed. São Paulo: *Artmed*. p. 138-150, 2009.

POZO, R. M. Prospective teacher's ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. International *Journal of Science Education*, v. 23, n. 4, p. 353-371, 2001.

RAPP, D. N. GILBERT, J. K.; Mental Models: Theorical issues for visualizations in science education. Springer: Holland, 2007.

RIBEIRO, Â. A.; GRECA, I. M. Simulações computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: uma Revisão de Literatura Publicada. *Revista Química Nova***,** v. 26, n. 4, p. 542-549, 2003.

ROCHA, W. R. Interações Intermoleculares. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 4, 2001.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L. On relating macroscopic phenomena to microscopic particles at the junior high school. In LIJNSE P.L.; LICHT, P.; DE VOS, W.; WAARLO, A.J. (Eds.). Relating macroscopic phenomena to microscopic particles. Utrecht: *CDβ-Press*, 1990, p.220-232.

SHUTE, V. J.; PSOTKA, J.. Intelligent tutoring systems: past, present and future. In D. Jonassen (Ed.) *Handbook of research on educational communications and technology*. NY: Macmillan. p.570-600, 1996.

SILVA R. Z. S.; JÚNIOR, E. F. A. S.; ANDRADE, M. F. A. Ponte de Hidrogênio ou Ligação de Hidrogênio: eis a questão. 25a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química – SBQ. Poços de Caldas, Minas Gerais. Maio, 2002.

SILVA, S. M.; MARQUES, P. L. F.; EICHLER, M. L. Concepções alternativas de calouros de química para os estados de agregação da matéria, a solubilidade e a expansão térmica do ar. Em Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: UNESP, 2005.

SOLOMON, J.; SCOT, L.; DUVEEN, J. Large scale exploration of pupil's understanding of the nature of science. *Science Education*, n. 80, 1996, p. 493-508.

SOLOMONIDOU, C.; STAVRIDOU, H. From inert object to chemical substance: Students' initial conceptions and conceptual development during an introductory experimental chemistry sequence. *Science Education*, v. 84, n. 3, p. 382-400, 2000.

SOUZA D. D.; Arroio, A. Explorando a aprendizagem multimodal em aulas de química: o caso do equilíbrio químico. *XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)*. Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

TAN, K.C.D. e TREAGUST, D.F. Evaluating students' understanding of chemical bonding. School Science Review, v. 81, n. 294, p. 75-83, 1999.

TREAGUST, D. F.; CHITTLEBOROUGH, G.; MAMIALA, T. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), p. 1353-1368, 2003.

VEDELSBY, P. Is it 'Good Physics'? *Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics*. Ljubjana, Slovenia, 21/8 a 27/8 de 1996.

VIENNOT, L. Raisonner em Physique. La part du sens commun. Paris, Bruxelles: *De Boeck & Larcier S.A.,* 1996.

VRIES, M. G.; ARROIO, A. A Abordagem dos Modelos Científicos e suas Formas Representativas como Etapa Prévia ao Uso de Visualizações em Ensino de Química. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v.9, n.1, p. 42-49, 2014.

WIND, Y. J.; CROOK, C.; GUNTHER, R. A força dos modelos mentais. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

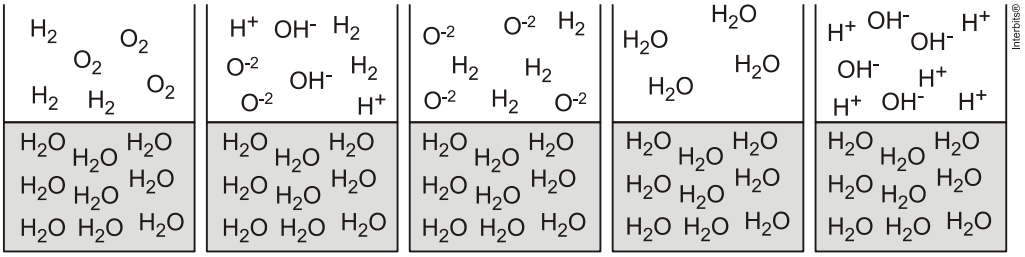
WU, H.K.; KRAJCIK, J.S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v.38, n. 7, p. 821-842, 2001.

ZÔMPERO, A, F.; LABURÚ, C. D. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Rev. Ensaio, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

APÊNDICE A – Questionário inicial

1. (Utfpr 2014 - MODIFICADA) Os cinco desenhos a seguir representam frascos contendo água líquida abaixo da linha horizontal.

a) Assinale a alternativa que apresenta o frasco que melhor representa a evaporação da água. Justifique brevemente sua resposta.

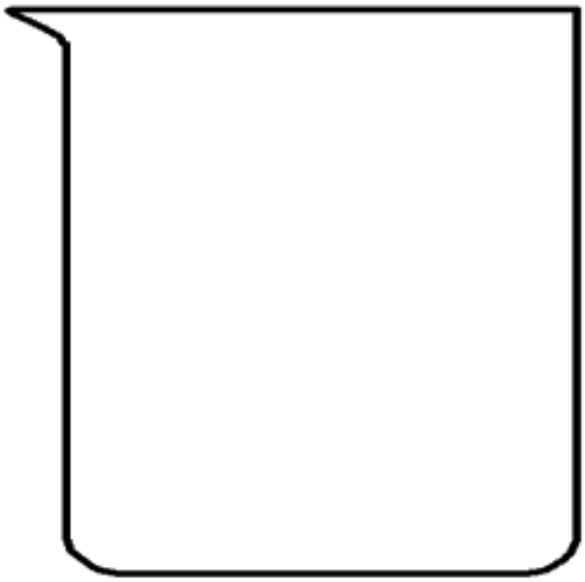


(I) (II) (III) (IV) (V)

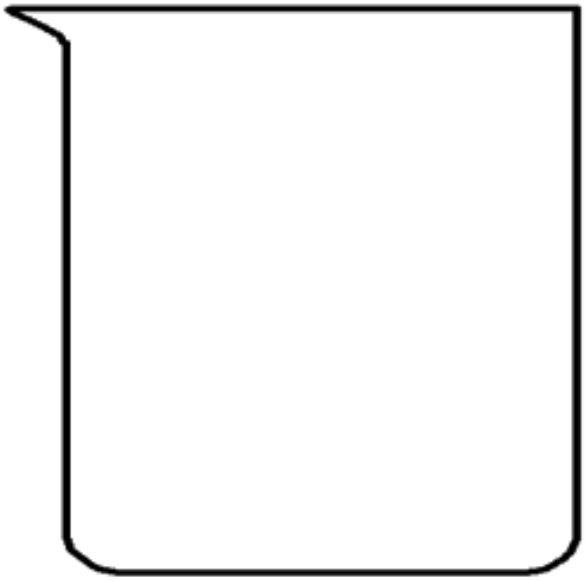
b) A evaporação da água é um processo endotérmico (que absorve energia) ou exotérmico (que libera energia)? Justifique com base na energia da molécula nos estados físicos.

2. Represente as moléculas dentro do frasco que contêm apenas metade de seu volume preenchido. Não precisa representar muitas delas, apenas duas de cada já basta. Leve em conta a posição delas em função da polaridade e interação intermolecular. Se houver moléculas no estado gasoso, também represente.

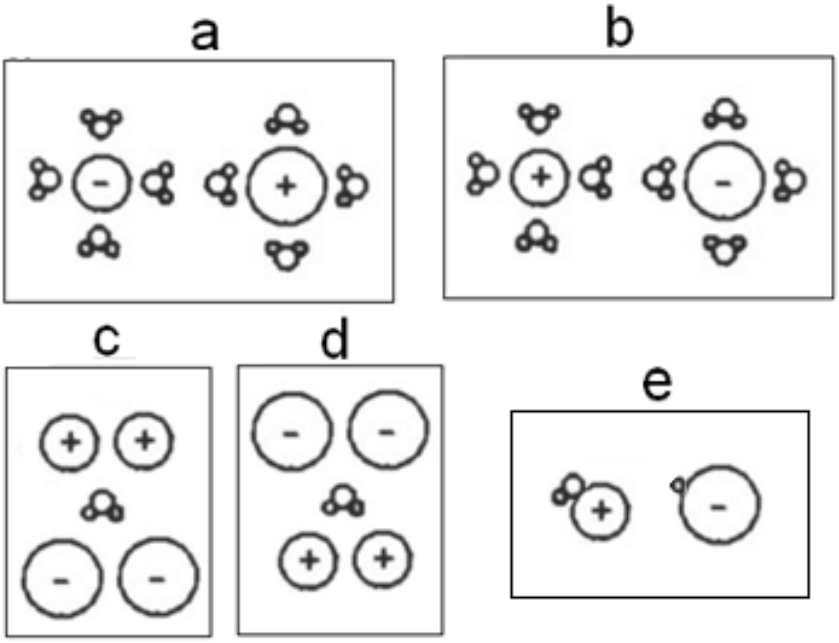
a) Metanol (CH_3OH) e água (H_2O) em uma mistura homogênea (um dissolvido no outro).



b) Tetracloroetileno (C_2Cl_4) e água (H_2O) em uma mistura heterogênea de duas fases (um não dissolve no outro).



3. Qual das alternativas abaixo representa melhor a dissociação do NaCl em meio aquoso? Justifique identificando as partículas.



APÊNDICE B – Explorando a polaridade a partir do macroscópico

Recursos

Material	Quantidade	Material	Quantidade
Bureta 25 mL	1	Água destilada	100 mL
Régua	1	Tetracloroetileno	100 mL
Béquer 100 mL	2	Flanela	1

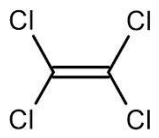
Procedimento

1 - Preencher a bureta com água, friccionar a régua contra a flanela e a aproximar de um fio de agua proveniente de pequena abertura da bureta. Anote suas observações.

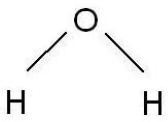
2 - Repetir o procedimento anterior, em outra bureta, substituindo a água pelo tetracloroetileno. Anote suas observações.

Questões

1 – Classifique as moléculas com relação à sua polaridade. Justifique em função da geometria molecular e das diferenças de eletronegatividade. Caso uma delas for polar, indique qual é o dipolo positivo (σ+) e o dipolo negativo (σ-).



Tetracloroetileno



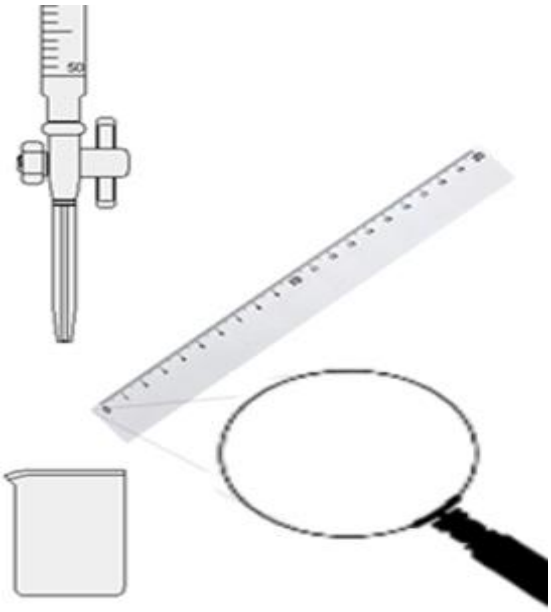
Água

2 – O que acontece com a régua quando ela é friccionada à flanela?

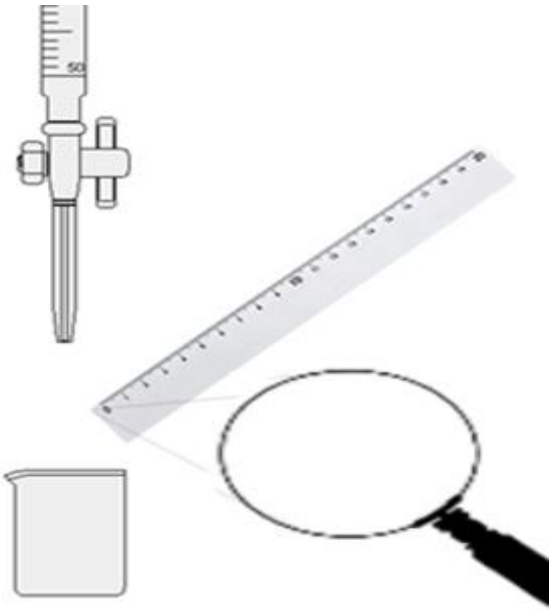
3 – Explique o comportamento de cada uma das substâncias quando aproximadas à régua eletrizada. Justifique a orientação espacial das moléculas em função da polaridade destas.

4 – Elabore uma representação dos resultados experimentais. Dentro da lupa, represente um modelo das moléculas no submicroscópico.

Bureta com água



Bureta com tetracloroetileno



APÊNDICE C – Investigando a força das interações

Parte A: Leia atentamente um trecho do artigo Interações Intermoleculares e responda.

Quando moléculas, átomos ou íons aproximam-se uns dos outros, dois fenômenos podem ocorrer: (i) eles podem reagir ou (ii) eles podem interagir. Uma reação química por definição requer que ligações químicas sejam quebradas e/ou formadas. Usualmente as energias envolvidas neste processo variam entre 50 e 100 $kcal.mol^{-1}$. Uma interação química significa que as moléculas se atraem ou se repelem entre si, sem que ocorra a quebra ou formação de novas ligações químicas. Estas interações são frequentemente chamadas de interações não covalentes ou interações intermoleculares. As energias envolvidas em tais tipos de interações são muito menores que aquelas envolvidas em processos reativos, variando usualmente entre 0,5 a 10 $kcal.mol^{-1}$. As interações intermoleculares estão intimamente relacionadas com as propriedades termodinâmicas de líquidos, sólidos e gases. Logo, o entendimento de tais forças intermoleculares é de extrema relevância se quisermos entender o comportamento de sistemas químicos a nível molecular. Como exemplo, a Figura 1 mostra como a temperatura de ebulição de hidrocarbonetos (compostos contendo somente carbono e hidrogênio) varia com o número de átomos de carbono presentes na molécula. A temperatura de ebulição de um composto é a temperatura na qual um sistema líquido passa para a fase gasosa, que tem uma relação direta com as forças entre as moléculas constituintes do líquido. Pode-se ver na Figura 1 que a temperatura de ebulição varia linearmente com o número de átomos de carbono.

É interessante perceber na Figura 1 que o único fator diferenciador entre uma molécula e outra é a quantidade de átomos de carbono presentes. Entretanto, estas moléculas possuem um comportamento macroscópico completamente diferente. CH_4 é um gás à temperatura ambiente e C_8H_{18} é um líquido. Esta e outras

características estão intimamente relacionadas com a natureza das interações existentes entre as moléculas.

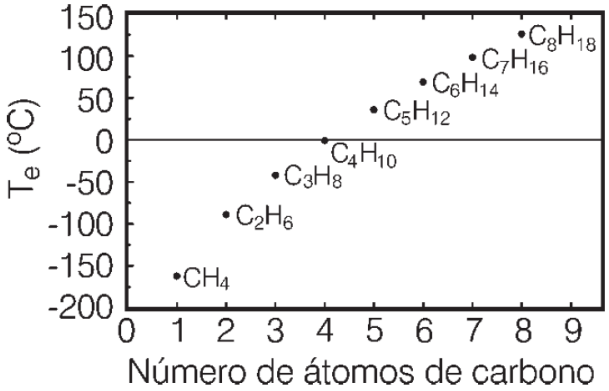
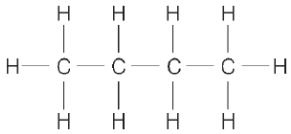
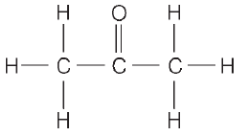
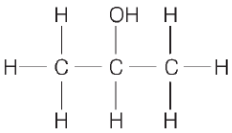
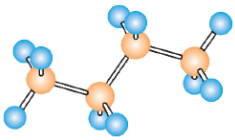
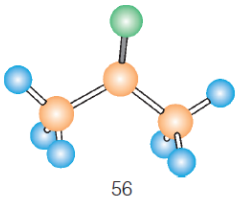
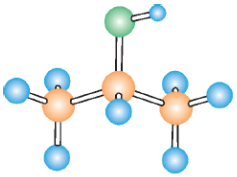


Figura 1: Variação da temperatura de ebulição com o número de átomos de carbono para os hidrocarbonetos lineares.

A Tabela 1 ilustra como as propriedades de um sistema químico estão intimamente relacionadas com a sua composição e estrutura tridimensional. Nesta tabela, são mostrados compostos com massas moleculares aproximadamente iguais mas que, à temperatura ambiente, existem em diferentes fases: butano (gás), acetona e álcool isopropílico (líquidos). É interessante perceber que dos dois líquidos, acetona e álcool isopropílico, a única diferença entre eles é a substituição de um grupo C=O por um grupo C-OH. Esta mudança é suficiente para alterar completamente as características dos dois líquidos. Como pode ser visto, a acetona é um líquido muito mais volátil que o álcool isopropílico. A substituição dos grupos funcionais é acompanhada de uma mudança na estrutura tridimensional da molécula, que irá afetar completamente a maneira que elas irão interagir no líquido. Também são mostrados na Tabela 1, os diferentes tipos de interação intermolecular para os três compostos.

Tabela 1: Relação entre a estrutura e propriedades químicas.

Nome	butano	acetona	alcool isopropílico
Fórmula molecular	C_4H_{10}	C_3H_6O	C_3H_8O
Massa molecular (g/mol)	58	58	60
Estrutura bidimensional			
Estrutura tridimensional			
Temperatura de ebulição (ºC)	-0,6	56	82
Tipo de interação	Dispersão	Dipolo - Dipolo	Ligação de hidrogênio

ROCHA, W. R. Interações Intermoleculares. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. N° 4 – Maio 2001.

1) Explique a relação que há entre:

a) Ponto de ebulição e tipo de interação intermolecular;

b) Tamanho da cadeia e ponto de ebulição;

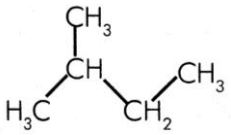
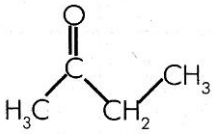
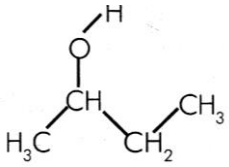
c) Polaridade e ponto de ebulição

2) Justifique as diferenças de temperatura de ebulição para cada caso.

a) Grupo 1

Nome	**Fórmula**	**Massa molar (g/mol)**	**Temperatura de ebulição (ºC)**
Metanol	CH_3OH	32	65
Etanol	CH_3CH_2OH	46	78
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$	60	97

b) Grupo 2

Nome	**Fórmula**	**Massa molar (g/mol)**	**Temperatura de ebulição (ºC)**
2-metilbutano		72	30
Butanona		72	80
2-butanol		74	98

c) Grupo 3

Nome do composto	Fórmula estrutural	Temperatura de ebulição
Pentano	$H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	36 ºC
2-metil-butano	$H_3C - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$	28 ºC
Neopentano	$H_3C - C(CH_3)_2 - CH_3$	9,5 ºC

Parte B: elaborando um procedimento experimental investigativo.

1) Observe a tabela abaixo e responda,

Nome	**Massa molar (g/mol)**	**Temperatura de ebulição (ºC)**
Hexano	86	68
Pentan-2-ona	86	101
Pentan-1-ol	88	138

a) Desenhe as estruturas do hexano, pentan-2-ona e pentan-1-ol, classifique as substâncias como polar ou apolar e dê o nome da principal interação intermolecular.

b) Quando uma substância evapora se quebram as interações intermoleculares. Este processo envolve absorção ou liberação de energia? Justifique.

c) Qual das substâncias deverá absorver ou liberar uma quantidade maior de energia para evaporar? Justifique com base nos pontos de ebulição, polaridade, estrutura e tipo de interação intermolecular.

d) Qual das substâncias é a mais volátil (evapora com mais facilidade)? Justifique em função da polaridade, ponto de ebulição, estrutura e tipo de interação intermolecular.

2) Seu grupo irá elaborar e executar um experimento com o objetivo de investigar a força das interações intermoleculares explorando os aspectos energéticos. Para tal, você dispõe dos seguintes recursos:

Gaze;	Pentan-1-ol;	Hexano;
Elástico;	Pentan-2-ona;	Termômetro;

Descreva seu procedimento experimental justificando suas ações a partir de suas hipóteses, por exemplo, no experimento da primeira aula, poderíamos elaborar o seguinte procedimento:

Ação	**Hipótese/justificativa**
Friccionar a régua contra a flanela	Ela deverá ficar eletrizada
Preencher a bureta com água, abrir a bureta e aproximar a régua desta	Como as moléculas de água são polares, elas tenderão a se aproximar da régua eletrizada.
Preencher a bureta com tetracloroetileno, abrir a bureta e aproximar a régua desta	Como as moléculas de tetracloroetileno são apolares, elas não tenderão a se aproximar da régua eletrizada

PS: não tenha medo de errar! Elabore suas hipóteses e coloque-as em prática.

Ação	**Hipótese**

Após discutir seu procedimento com o grupo e com o professor, coloque-o em prática e utilize a tabela abaixo para anotar seus resultados experimentais:

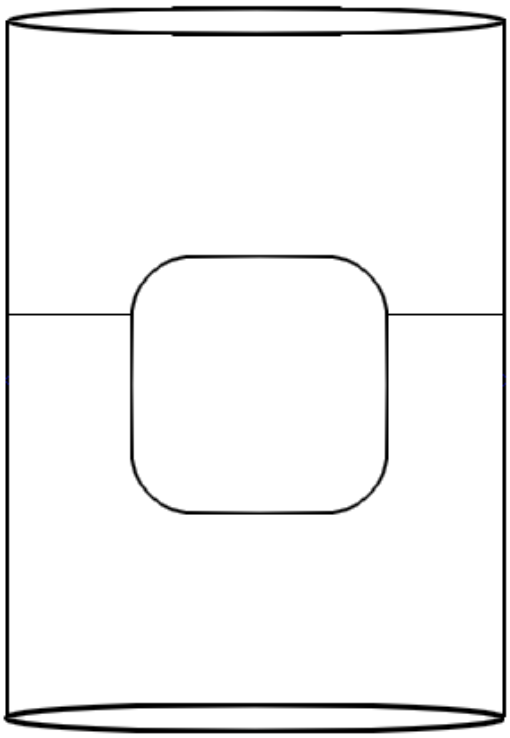
Resultados	**Conclusões**

Questões para conclusão

3) Mesmo com toda a tecnologia e avanços científicos ainda não conseguimos enxergar moléculas, entretanto, conseguimos elaborar modelos a partir das propriedades macroscópicas, tais como densidade, viscosidade, ponto de ebulição, solubilidade, etc. No seu experimento, qual propriedade macroscópica da matéria (observável) você utilizou para investigar a força das interações intermoleculares?

4) A partir do seu procedimento e resultados, foi possível medir a força das interações intermoleculares? Procure justificar os erros e acertos.

5) Coloque em ordem crescente de energia a água no estado sólido ($H_2O_{(s)}$), líquido ($H_2O_{(l)}$) e gasoso ($H_2O_{(g)}$). Justifique completando a figura abaixo com a representação das moléculas em um copo de água com uma pedra de gelo.



APÊNDICE D – Experimento Salting-out

Tabela 1. Recursos para o experimento

Material	**Quantidade**	**Material**	**Quantidade**
Água (H_2O)	50 mL	Estante para tubos de ensaio	1 und
Metanol (CH_3OH)	50 mL	Tubos de ensaio	5 und
Azul de bromotimol	50 mL	Espátula	1 und
Carbonato de potássio (K_2CO_3)	150 g		

Procedimento:

- Em um tubo de ensaio, adicione, com o auxílio da proveta, 5 mL de água e 5 mL de metanol;
- Adicione três gotas de azul de bromotimol e agite;
- Adicione uma espátula de carbonato de potássio e agite vigorosamente;
- Se todo o carbonato de potássio dissociar, adicione mais uma espátula e agite novamente;
- Repita o procedimento anterior até que se forme corpo de fundo;
- Deixe em repouso por 1 minuto;
- Anote as suasobservações.

Questões:

1) Analisando a densidade dos dois solventes utilizados (água e metanol) qual deles ficou na fase inferior e qual ficou na fase superior quando se formou a mistura heterogênea de duas fases? Justifique sua resposta.

Dados: Densidade da água: 1,0 g/mL Densidade do metanol: 0,79 g/ mL

2) Se também ocorre dissociação quando o carbonato de potássio é adicionado em metanol e o tipo de interação é o mesmo (Ligação de Hidrogênio), explique por que o carbonato de potássio é mais solúvel em água. Justifique com base na **estrutura** e **polaridade** das moléculas envolvidas.

PS: para ajudar você a responder esta questão utilize o modelo bola-pau.

3) Complete a figura abaixo com as representações estruturais das moléculas e íons antes da adição de carbonato de potássio e após a saturação.

PS: não é necessário representar o azul de bromotimol

Antes da adição de sal (H_2O + CH_3OH) → Após a saturação de K_2CO_3 (H_2O + CH_3OH + K_2CO_3)

4) A simulação auxiliou você a compreender melhor o fenômeno? Você conseguiria responder à questão 3 tendo feito apenas o experimento? Explique.

5) O experimento realizado em laboratório poderia ter sido substituído pela simulação? Explique.

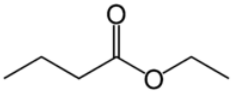
6) Os modelos de bola-pau ajudaram você à responder à questão 2? Explique.

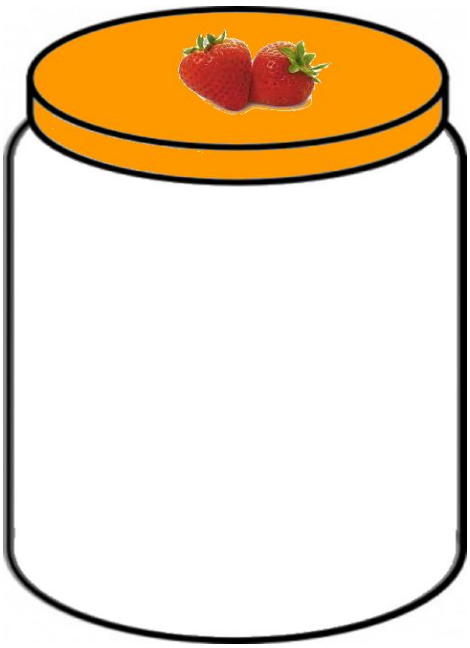
APÊNDICE E – Questionário final

1) Imagine um frasco de essência de morango (utilizada para confeitar doces e bolos) que contêm apenas água (H_2O), etanol (CH_3CH_2OH) e essência ($CH_3CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$).

a) Coloque as substâncias em ordem crescente de ponto de ebulição. Justifique com base nas interações intermoleculares, estrutura e polaridade.

b) Represente as moléculas dentro do frasco que contêm apenas metade de seu volume preenchido. Não precisa representar muitas delas, apenas duas de cada já basta. Leve em conta a posição delas em função da polaridade e interação intermolecular. Se houver moléculas no estado gasoso, também represente.

Dado: Forma estrutural da essência de morango 

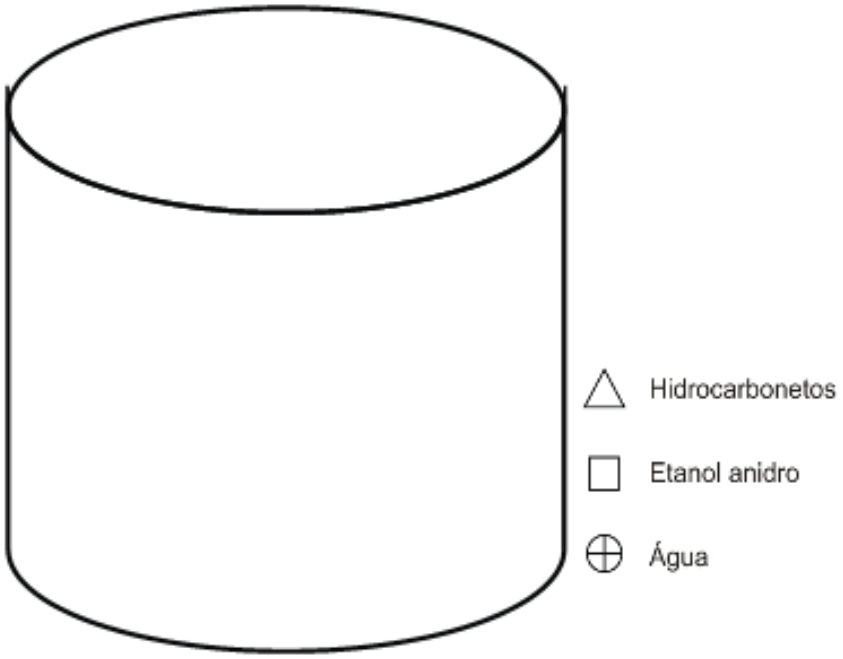


2) (Unicamp 2013) O carro flex pode funcionar com etanol ou gasolina, ou com misturas desses combustíveis. A gasolina comercial brasileira é formada por uma mistura de hidrocarbonetos e apresenta, aproximadamente, 25 % de etanol anidro

em sua composição, enquanto o etanol combustível apresenta uma pequena quantidade de água, sendo comercializado como etanol hidratado.

a) Do ponto de vista das interações intermoleculares, explique, separadamente: (1) por que a gasolina comercial brasileira, apesar de ser uma mistura de hidrocarbonetos e etanol, apresenta-se como um sistema monofásico; e (2) por que o etanol combustível, apesar de ser uma mistura de etanol e água, apresenta-se como um sistema monofásico.

b) Em um tanque subterrâneo de gasolina comercial houve uma infiltração de água. Amostras do líquido contido no tanque, coletadas em diversos pontos, foram juntadas em um recipiente. Levando em conta as possíveis interações intermoleculares entre os componentes presentes no líquido, complete o desenho do recipiente na figura apresentada abaixo. Utilize, necessariamente, a legenda fornecida, de modo que fique evidente que houve infiltração de água.



3) Preencha as colunas com:

(1) está correto;

(2) se você acha que está correto mas não tem certeza;

(3) se você acha que está incorreto, mas não tem certeza;

(4) está errado.

A - ( ) A evaporação é um processo endotérmico.

B - ( ) A molécula no estado gasoso tem menos energia do que a molécula no estado líquido.

C - ( ) A ligação de hidrogênio é mais fraca do que as Forças de London.

D - ( ) Quanto maior o tamanho da cadeia, maior o ponto de ebulição.

E - ( ) Quanto mais ramificada for a cadeia menor o ponto de ebulição.

F - ( ) Quanto mais polar a molécula, menor o ponto de ebulição.

G - ( ) Quando a molécula passa do estado líquido para o gasoso, ligações químicas são rompidas e formadas.

H - ( ) Dipolos permanentes são atraídos por materiais eletrizados positivamente e negativamente.

I - ( ) Dipolos permanentes também são conhecidos como moléculas apolares.

J - ( ) Dipolos induzidos também são conhecidos como moléculas apolares.

K - ( ) Todo hidrocarboneto é apolar.

L - ( ) Ocorre reação química quanto se quebram as interações intermoleculares.

M - ( ) Interações intermoleculares são rompidas quando a substância muda do estado líquido para o estado gasoso.

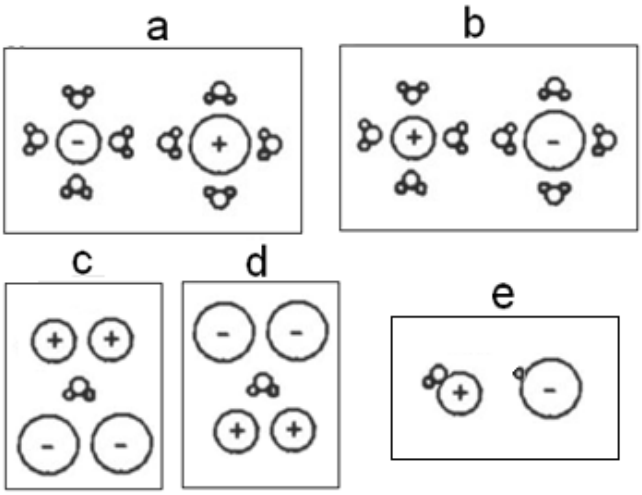
N - ( ) Interações intermoleculares são rompidas quando a substância muda do estado sólido para o estado gasoso.

O - ( ) No estado gasoso, há interações intermoleculares, entretanto elas são desprezíveis em comparação com a energia da molécula.

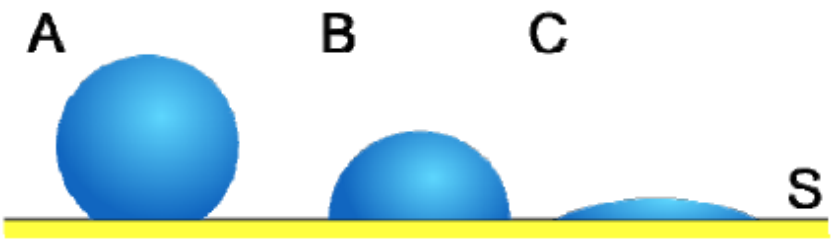
P - ( ) No salting-out, as moléculas mais polares solvatam os íons, enquanto as menos polares, solvatam o corante, pois este, é menos polar.

Q - ( ) Quanto mais forte a ligação entre os átomos, maior o ponto de ebulição, pois estas ligações são rompidas quando a molécula muda de estado líquido para gasoso.

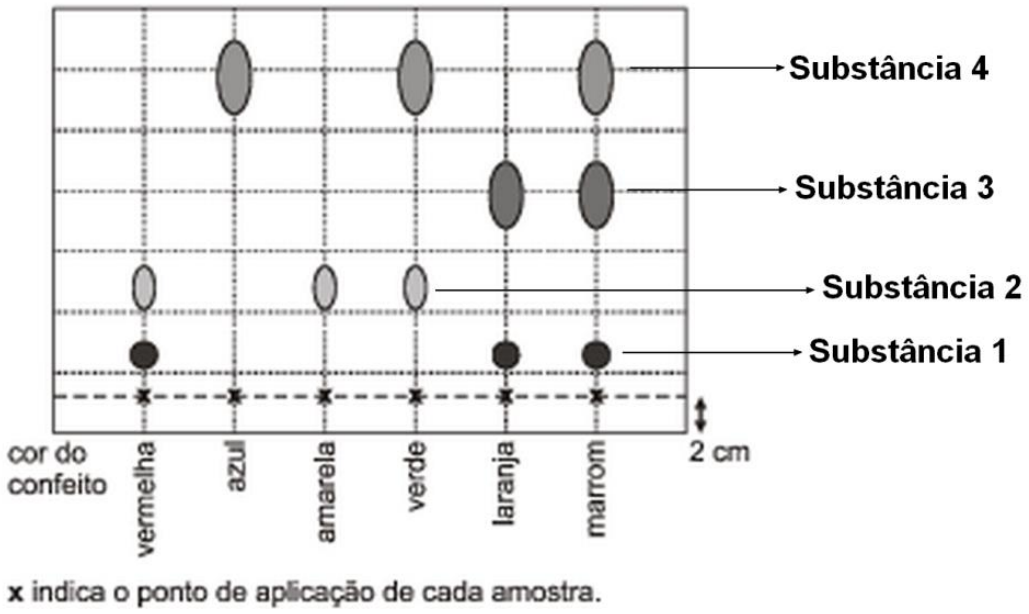
4) Qual das alternativas abaixo representa melhor a dissociação do NaCl em meio aquoso? Justifique identificando as partículas.



5) A capacidade que um líquido tem de se espalhar sobre uma superfície é resultado de todas as interações intermoleculares possíveis. A figura abaixo mostra três líquidos em uma superfície S, com diferentes graus de espalhamento. Considere que a superfície é vidro (composto principalmente por SiO_2). Sendo os líquidos água, pentanal e hexano, qual deles seria mais bem representado pelas gotas A, B ou C? justifique.



6) (Fuvest 2011 - modificada) Os confeitos de chocolate de determinada marca são apresentados em seis cores. Com eles, foi feito o seguinte experimento, destinado a separar os corantes utilizados em sua fabricação: Confeitos de cada uma das seis diferentes cores foram umedecidos com água e pressionados contra uma folha de papel especial, de modo a deixar amostras dos corantes em pontos igualmente espaçados, sempre a 2 cm da base da folha. A seguir, a folha foi colocada em um recipiente com água, de forma a mergulhar somente a base da folha de papel na água, sem que o líquido tocasse os pontos coloridos. Após algum tempo, quando a água havia atingido o topo da folha, observou-se a formação de manchas de diferentes cores, aqui simbolizadas por diferentes formas e tamanhos:



Considerando que cada uma destas manchas é formada por apenas um tipo de substância, ou seja, um tipo de molécula, responda:

Qual das substâncias devem interagir melhor com as moléculas de água? Justifique em função da polaridade e interação intermolecular.

APÊNDICE F – Termo de consentimento livre e esclarecido

Título da Pesquisa: A abordagem multimodal como ferramenta de avaliação dos modelos expressos pelos alunos em um curso sobre interação intermolecular.
Nome do Pesquisador: Danilo José Ferreira Pinto
Orientador: Prof. Dr. Agnaldo Arroio
Instituição: Programa Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo

Prezado Aluno:

Gostaríamos de convidá-lo, a participar da pesquisa "A abordagem multimodal como ferramenta de avaliação dos modelos expressos pelos alunos em um curso sobre interação intermolecular" que tem como finalidade realizar um estudo sobre a evolução dos modelos expressos dos alunos sobre o conceito de interações interpartículas via abordagem multimodal. Esta pesquisa é de cunho acadêmico, fazendo parte de um projeto de mestrado, sob orientação do profª Drª Agnaldo Arroio. Durante a pesquisa, será realizado o seguinte procedimento: aplicação inicial e final de questionário, coleta de dados via vídeo e produções dos alunos durante o minicurso, e posteriormente, entrevistas com alguns participantes. A sua participação nesta pesquisa é voluntária, mas de fundamental importância pois, através dos resultados, pretende-se compreender melhor as relações entre os modelos expressos dos estudantes e os modelos mentais. É garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. Todas as informações coletadas neste estudo são confidenciais e de uso exclusivamente acadêmico, com possibilidade de exposição em artigos científicos, conferências e congressos e ainda assim, a identidade do pesquisado será preservada. Não existirão despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participação nesta pesquisa acadêmica.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima expostos, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Nome do participante da pesquisa: _____

Nome do responsável pelo participante _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura do responsável: _____

São Paulo, _____ de _____ de 2015.

APÊNDICE G – Transcrição dos episódios de aula

1. Normas de transcrição adotadas.

- Iniciais maiúsculas no início de cada fala, para nomes próprios (figuras públicas, locais etc.) ou para siglas.
- Antes da fala do professor, coloca-se P, do aluno, A (se houver mais de um: A1, A2, ...An) e da sala, S. Estes mesmos códigos são utilizados caso haja nomes citados durante o episódio de aula.
- Números de um até dez são escritos por extenso, os demais são representados por numerais.
- Se usam sinais da língua escrita (vírgula, ponto, exclamação e interrogação) combinados com sinais de transcrição (Tabela 1).

Tabela 1. Situações em que os sinais de transcrição são utilizados.

Situação	**Sinais utilizados**
Pausa longa	...
Descrição de gestos e comentários do transcritor	[ ]
Truncamento, interrupção discursiva	/ (ex.: a meni/ a menina vai fazer...; o menino/ a menina vai fazer...
Alongamento de vogal e consoante (como r, s)	: ou :: (se for muito longo)
Entonação enfática	Maiúsculas (Ex.: ela quer UMA solução, não qualquer solução)
Silabação	- - (Ex.: Eu estou pro-fun-da-men-te chateada)

- A transcrição não é fonética. Foi seguida, em linhas gerais, a ortografia-padrão. Para qualquer pronúncia de você, tais como ocê e ce utiliza-se você, por exemplo. Algumas concessões à pronúncia são:

I. “da”, “do”, “na”, “no”, “num”, “numa”.

II. “pra(s)/ pro(s)”, quando se fala “pra” e “pa” / “pro”; registrar “para” quando se fala “para”.

III. as variantes de “estar” da forma como forem ditas, de fato, pelo informante: tá, tou, tava ou está, estou, estavam, etc.

IV. expressões de função fática, tais como: ah, eh, ih, oh, uh, ahm, ehm, uhm, aham, tá, né, ó, pô, etc.

V. Fórmulas de compostos químicos são transcritas da maneira com que são pronunciados (mesmo que incorretos) a partir de símbolos próprios da ciência e entre aspas, por exemplo: “H_2O”, “K^+”, “CO_3”, etc.

Adaptado de Brandão, Vieira e Mora (2011).

2 Transcrição

2.1 Aula 1 – Turma 1

Episódio 1

P- para que serve a fila de eletronegatividade?

A1 - Pra passar no vestibular.

A2 - Maior tendência de receber elétrons.

P – [olhando para a aluna 2 o professor diz] Quase isso.

A3- Pra ver quem puxa mais os elétrons.

Episódio 2

A1 - Vamos fazer aquela que tem quatro bolinhas verdes/ [A2 começa a construir a molécula de CCl_4 utilizando bolinhas pretas]

A3 - É verde que é pra fazer.

A2 - Mas é só para representar, não precisa fazer da mesma cor.

A3 - Tá ali, faz verde!

A2 - Não tem verde aqui.

A3 - Tem sim, aqui ó.

A4 - Não tem nada a ver esse negócio da cor, é indiferente.

A2 - Só precisa representar o negócio.

Episódio 3

A3 - Mas como é que faz duas ligações?

P - Você pode utilizar esses cabinhos tortos aqui.

A3 - Ainda não entendi.

A4 - Olha ali ó, tem duas ligações. Ai em vez de colocar essa reta, você coloca esses daqui [falou a aluna enquanto desconstruía a molécula anterior e construía a nova com a dupla ligação].

A3 – A é! Tem duas ligações né?

Episódio 4

[O professor pede para que os estudantes levantes os modelos moleculares construídos, começando pelo de água. Os alunos logo percebem que alguns grupos construíram moléculas com cores e tamanho de ligação diferentes, assim o professor pergunta]

P - Alguém errou?

A1 - Sim!

P - Por quê?

A1 - Não sei.

A2 - Ele tem que ter ligação [disse o aluno se referindo ao modelo de um grupo que construiu uma molécula com as bolinhas ligadas umas nas outras].

Episódio 5

[O professor pergunta por que o modelo molecular da água é torto e não linear.]

A1 - Por causa da geometria dele.

P - Isso, ele tem uma geometria angular e não linear [afirma o professor enquanto manipula um modelo bola-vareta].

P - Mas por que será que esta molécula tem essa geometria?

A2 - É porque a molécula de água tem elétrons em cima [afirma a aluna gestuando com a mão].

P - Mas o que tem a ver ter elétrons sobrando.

A2 - Eles se repelem.

Episódio 6

A1 - Tá, a régua está eletrizada, mas como eu vou fazer para perceber isso?

A2 - Você não vê.

A1 - Mas não faz sentido para mim.

Episódio 7

A1 - Se você for pensar, a molécula de água é negativa e quando você atritou acho que ficou negativo.

A3 - Acho que como puxou assim pra baixo, é mais positiva.

A2 - Porque ó, só os elétrons transitam, os prótons ficam. Então quando você faz assim, [a aluna esfrega a régua no cabelo] só os elétrons passam.

P - E se eu aproximar um objeto eletrizado positivamente, a molécula de água também sofreria atração?

S – Não/ Sim.

Episódio 8

A1 - Então, só pra ver se eu entendi, pra saber se é polar ou não depende do ângulo.

A2 – Por que a molécula apolar foi levemente atraída pela régua?

A3 - Eu queria saber se as cargas se anulam ou se são as forças de atração de cada átomo que se anulam.

A4 - Professor, a olho nu eu não vi atrair, por que ai na simulação atrai?

Episódio 9

A1 - É uma partícula não é? Isto aqui? [Disse a aluna apontando para a molécula que havia desenhado no roteiro]

A2 - Esta é uma molécula, partículas são os átomos.

A1 - Então eu posso colocar que é uma molécula com partículas neutras?

A2 - Coloca molécula neutra, eu acho que fica melhor.

A1 - Isso aqui tudo é uma molécula? E isso aqui é a partícula que compõe a molécula?

A2 - Acho que sim. Partícula é um termo genérico.

A1 - Apolar é quando a molécula não é negativa nem positiva, então eu posso dizer que ela é neutra? Não é positiva nem negativa.

P - As duas moléculas são neutras.

Episódio 10

A2 - Professor, me diz se esta está correta?

A1 - Eu coloquei a III.

A2 - Eu coloquei a IV

A1 - Olha a minha explicação: quando a água passa para o estado gasoso as moléculas se separam [disse a aluna apontando para uma representação em que há transformação química na evaporação].

P - Elas não se separam, na verdade, elas estão com outra energia.

A2 - Elas viram gotículas de água. Não é isso? Vapor não é gotícula de água?

P - Não, ela [molécula de água] está no estado gasoso. Por exemplo, o ar que você está respirando está no estado gasoso.

A1 - Eu estou respirando H_2O?

P - Sim, o ar que você está respirando tem água.

A2 - Então, mas tipo, é como se fossem gotículas de H_2O, não é?

P – Não, porque não tem uma molécula junto com a outra. A molécula está sozinha no estado gasoso, literalmente.

A1 - Então, mas se ela está sozinha.

P - Então, mas quando você escreve assim, você quebrou a ligação está vendo? Você quebrou a ligação O-H e formou novas ligações, H com H, O com O [diz o professor apontando para o modelo considerado correto pela da aluna].

2.2 Aula 1 – Turma 2

Episódio 11

P - O que acontece com a régua quando você atrita ela com a flanela?

S - Ela fica eletrizada.

P - Eu vou contar para vocês, a régua fica eletrizada negativamente, a régua fica negativa e a flanela fica positiva. O que acontece quando você aproxima esta régua eletrizada em um fio de água?

S - Atrai.

P - Todos viram o fio de água entortar?

S - Sim.

P - E o que aconteceu quando vocês aproximaram da outra substância?

S - Nada.

P - Nada mesmo? Nem um pouquinho?

S - Não.

P - Por que será em?

A1 - A carga negativa é o que já tem no produto.

P - Porque a régua fica negativa, então qual será a carga da água?

A1 - Seria positiva, ai atrai.

P - A água é positiva?

A1 - É.

P - Quer dizer que se eu fizer o mesmo procedimento com um bastão de vidro. O bastão de vidro quando eu atrito ele fica positivo e a flanela negativa. Se eu aproximo o bastão de vidro iria aproximar ou afastar?

S - Afastar/

A2 - Aproximar! Aproximar!

P - Por que aproximar?

A2 - Porque a água ela tá negativa e quando você atrai a régua elas estão com o mesmo polo.

P - Mas e no caso do bastão de vidro?

A2 - Então, ai no caso, o do bastão de vidro os polos são diferentes então a água iria ser atraída.

P - Então a água seria atraída pelo bastão de vidro que é positivo e também pela régua que é negativa?

A2 - Não, ao contrário.

P - Pela régua e não pelo bastão?

A2 - Pelo bastão e não pela régua.

P - Mas se o bastão é negativo e a régua é positiva eles deveriam se repelir, não iriam?

A2 - Aham.

P - Não são opostas as cargas?

A3 - Deixa eu perguntar. A água não é um composto molecular?

P - A água é um composto molecular.

A3 - Então ioniza.

P - Ela ioniza?

A3 - Sim ela ioniza, então ela não tem um polo definido. Então se tem um negativo o polo positivo seria mais atraído.

P - Ela está falando que a água é uma molécula, ela autoioniza, mas é muito pouco.

A3 - Muito pouco!

P - É dez à menos quatorze, você não iria notar. Uma grandeza de dez à menos quatorze você não vê.

A3 - Uhum.

P - Mas ela falou que a molécula de água é polar não é? O que quer dizer que a molécula de água é polar?

A4 - Ela tem polo positivo e negativo?

P - Ela tem polos. As moléculas polares têm os dois polos na mesma molécula? Positivo e negativo?

A4 - Ela tem. Sim!

P - A molécula polar, na hora da interação como é que você chama ela? Não é dipolo?

A4 - Então dipolo.

P - Então, é “di” de dois, não é? Então vou perguntar de novo. Eu aproximei a régua que está negativa, a água sofreu atração, se eu aproximar um bastão de vidro positivo vai sofrer atração?

A2 - Não!/

A4 - Sim, vai, vai.

Episódio 12

A1 - “H” é mais e o polo é menos, lembra daquele modelinho? O “O”[oxigênio] é o menos.

A2 - O que mais atrai a régua é oxigênio, é o oxigênio que fica virado pra cá não é?

A1 - Não, o que atrai a régua é o “H^+”. Quando você coloca o bastão de vidro que está positivo, esse é atraído, lembra, do último desenho?

A2 – Ah::

A1 - Aqui eu fiquei na dúvida, porque pelo o que ele explicou ali o “Cl” é mais, entendeu? Porque ele é os quatro pontinhos verdes.

A2 - Eu entendi o que ele quis dizer, eles só não atraem, porque estes aqui [diz o aluno apontando para os átomos de cloro], pela geometria devem ser atraídos. Porque na verdade ele dá uma atração, e quando gira você pega esta parte aqui e já está girando, ai já corta/ já repele.

A1 - Mas ela desce ali pequenininha, porque ela não desce reto, ela desce girando. Então ó, ela tá próxima dessa/ próxima dessa [afirma o aluno gestuando com a mão e apontando para a sua representação pictórica].

A2 - É isso ai.

A1 - Ali ó, o bastão de vidro está positivo e o de plástico está negativo. Quando ele é aproximado/ tá certo.

A2 - Quando ela fica eletrizada, ela fica com mais elétrons, ela fica mais negativa. Ai para atrair tem que tá positivo, então aqui tem que tá positivo ó.

A1 - Não, esse ó [oxigênio] ele é negativo. Isso eu tenho certeza.

A2 - É?

Episódio 13

A1 - É. Porque olha, um exemplo, quando/ se o ó [oxigênio] é negativo imagine que esta molécula ao invés dela estar polar, ela estivesse apolar, assim, reta. Ou negativo no meio e os dois positivos nas extremidades.

A2 - Ai ela puxa os dois.

A1 - Isso, nas extremidades.

A2 - Equilibra.

A1 - Isso. Então quando ela fica no meio termo, fica assim ó, polar, esse é negativo e os outros dois são negativos.
A2 - Entendi.
A1 - Mas aqui é que eu fiquei com uma dúvida.
A2 - É positivo aqui no caso, o “Cl” é negativo.

Episódio 14

[A estudante demonstra dificuldade em expressar o seu modelo via verbal escrita e resolve representar via pictórica.]
A1 - O cloro está nas pontas né? E ele é o mais eletronegativo e todos são iguais então é apolar. Mas eu não sei escrever isto, eu vou ter que desenhar.

Episódio 15

A1 - Ó esse é positivo.
A2 - Falei pra você, no caso o “O” ou o “H”?
A1 - Não.
A2 - O “H” é positivo?
A1 - Não é porque ele estava explicando que você não precisa colocar aqui a carga, mas se ele é polar ele tem duas esferas positivas e se ele é apolar, ele é dipolo negativo, porque todas as esferas são negativas que são o “Cl”. Então aqui eu coloquei negativo, porque os quatro são negativos, entre aspas, e aqui eu coloquei positivo porque os dois polos são positivos. Um exemplo, se ele é polar, ele tem que ter polaridades diferentes, não é isso?
A2 - Isso.
A1 - E as duas polaridades diferentes são os “H” que é diferente do menos, então ele é dipolo positivo, porque aqui predomina. Mas como o apolar ele não tem polaridade, tipo assim, é a mesma coisa, a geometria como ele estava explicando.
A2 - Acho que aqui é ao contrário.
A1 - É não, ele explicou pô. Disso eu tenho certeza, que aqui é negativo, porque se ele é apolar todos são iguais, esse é a mesma coisa que esse, esse e esse. Porque ele não vai ser atraído por nada.
A2 - Esse aqui é de atrair, por causa da geometria?
A1 - Isso.
A2 - E esse aqui não consegue por causa da geometria. E não consegue aqui porque quando ele gira aqui atraí.
A1 - Isso.
A2 - Então, é isso que eu estou falando, aqui é dipolo positivo. Quer ver ó, pergunta pra ele [inaudível].

A2 - Então professor, aqui os “H” predomina o positivo e aqui predomina o negativo, não é isso?

P - Não, aqui esse lado é mais positivo.

A1 - Que é o que vai atrair.

P - E esse lado é mais negativo. Aqui não tem um lado mais positivo e um lado mais negativo.

A1 - Não tem.

A2 - Hum::.

P - Esta é a questão, então aqui não tem um dipolo, mas aqui tem.

A2 - Entendi.

A1 - Por isso que esse lado aqui é atraído quando ele vira ai ele não tem uma barreira que impeça ele de ser atraído pela régua. No caso um outro átomo. A barreira que eu quis dizer no caso é outro átomo. Se tivesse um outro átomo, ai vamos dizer que se tivesse um “H” aqui/ um hidrogênio aqui, talvez não atraísse tanto.

A2 - Aqui vai ser dipolo negativo embaixo.

P - Por quê?

A2 - Porque você disse que é positivo.

A1 - O dipolo é positivo.

P - Qual que é mais eletronegativo ai, o hidrogênio ou o oxigênio?

A2 - O hidrogênio.

A1 - Não, o oxigênio.

A2 - Não, então, mas isso o que você me disse não foi? Que o menos negativo é o hidrogênio.

P - Ele é mais positivo.

A2 - Isso, se ele é mais positivo. Então eu tenho que colocar o dipolo positivo embaixo.

P - Isso. Você tinha falado ao contrário.

A2 - Então aqui ó, vai ser dipolo positivo e aqui o dipolo negativo.

P - É, aqui não teria dipolo, dipolo é só para molécula polar.

A1 - Só para molécula polar.

A2 - A sim, então aqui eu posso anular. Tá bom.

Episódio 16

A1 - Tem que ser separado para ser um gás. Eu pensei que tinha que quebrar para liberar gás. Então, nesse caso, eu pensei que as moléculas iriam ficar densas e não iriam evaporar, então eu pensei que as moléculas de água estariam se desfazendo, então elas ficariam mais vulneráveis à evaporar.

P - Tá, elas precisariam se desfazer para evaporar, é isso?

A2 - Isso.

A1 - No caso as moléculas evaporam normal né?

P - Isso, evapora normal.

A2 - Então, eu respondi isso aqui, mas depois que eu pensei melhor, pensando depois da aula toda eu acho que é esse aqui, mas na hora eu pensei/ esse aqui que eu estava na dúvida, mas agora eu acho que é esse aqui.

A1 - É que são micromoléculas né?

P - Elas têm o mesmo tamanho.

A2 - Acho que de acordo com o calor, de acordo com o negócio ela evapora.

A1 - Então, quando a água/ ela tem milhares de moléculas, ai forma a água.

P - A molécula de água é uma só.

A2 - Ela evapora como água mesmo.

P - A substância água é formada por milhares de moléculas de água.

A2 - É, e ela evapora como água mesmo, a própria água eu acho que evapora como "H_2O" mesmo. Depois eu pensei/ eu acho.

A1 - Eu acho que porque não conseguimos enxergar o porquê/ fica [inaudível] bem pequenininho

P - Porque você não vê a água no estado gasoso, mas você vê no estado líquido.

A1 - Isso. Por que eu não vejo a água no estado gasoso?

A2 - Por quê? Deixa eu pensar.

P - Elas estão próximas do mesmo jeito no estado gasoso do que no estado líquido?

A1 - Não. Isso que eu quis dizer.

A2 - Por causa da densidade dela.

A1 - Quando elas estão no estado líquido elas estão bem próximas. Porque estão mais separadas as moléculas eu acho.

A2 - Ah sim. E isso se deve por conta da temperatura.

A1 - A temperatura separa as moléculas então ela é varada. Por isso que com o calor na água ela começa a evaporar. Ela começa a se afastar/ as moléculas de água vão se afastando.

A2 - Quando está no frio abaixo de zero elas estão bem próximas.

A1 - Então ela vira gelo, elas vão se juntando cada vez mais.

2.3 Aula 2 – Turma 1

Episódio 17

A1 – "CO_2" é reto.

A2 - Mas não dá para fazer.

A1 - Ah então deixa assim mesmo.

A2 - Não, mas acho que o furinho/ aqui ó.

A1 - Não tem furo que é reto.

A3 - Vê se na outra cor tem. Amarelo tem não tem?

A1 - Não, mas tem que ter dos dois lados.

A3 - Só fazer assim ó.

Episódio 18

A1 - Posso desenhar a molécula rapidinho?

A2 - Pode.

A1 - Flúor faz uma ligação.

A2 - Como você sabe?

A1 - Porque eu gravei.

A3 - Porque é uma ligação só [aponta o estudante para a fórmula estrutural desenhada na ficha pela A1].

A1 - Ah: eu não fiz por geometria, eu fiz pra saber se tinha dupla ou não.

Episódio 19

A1 - O tamanho da cadeia varia de acordo com a temperatura.

A2 - Tá errado. O tamanho da cadeia não depende da temperatura.

A3 - Quanto maior a cadeia, maior vai ser o ponto de ebulição, mas o que faz uma cadeia ser maior?/ O número de carbonos.

A2 - Então, a cadeia não vai ser maior por causa da temperatura, a temperatura de ebulição que vai depender do tamanho da cadeia.

A1 - É, na hora de escrever que é ao contrário.

Episódio 20

P - O que faz uma substância ser mais volátil?

A1 - Ela tem uma temperatura de ebulição mais baixa.

P - Isso, e você pode notar aqui na tabela que a temperatura é bem mais baixa. Mas alguma coisa tem que ser igual para poder comparar as duas. Se uma molécula for muito mais grande do que a outra ela não tem uma temperatura de ebulição maior? Mas aqui/

A2 - A massa molecular delas é igual.

A1 - Só muda o tipo de ligação.

P - Só muda o tipo de interação e olha que diferença dá no ponto de ebulição dos dois, uma é muito maior do que a outra. Então muda a estrutura e muda o tipo de interação, qual será que tem a interação intermolecular mais forte?

A1 - Essa [disse a aluna apontando para a molécula que faz ligação de hidrogênio].

P - Essa seria mais forte, por quê?

A3 - Seria essa do meio não é? [afirma o aluno apontando para o oxigênio da molécula de acetona] Porque tem ligação dupla?

A1 - Não, ela é mais fraca porque a temperatura [de ebulição] dela é menor [diz a aluna apontando para a molécula de álcool isopropílico]. Se fosse maior teria mais resistência e quebraria a uma temperatura mais alta.

A2 - Nossa, tudo depende dessa figura! [afirma a aluna apontando para a tabela 1 do anexo C]

Episódio 21

A1 - Intermolecular é quando tá dentro?

A2 - Não está falando do dipolo/ ou do polar ou apolar?

P - Entre moléculas.

A2 - Então tá falando da quantidade de carbonos?

P - Interação intermolecular é entre moléculas. Nós vimos que tem molécula apolar e polar.

A2 - Foi o que eu estava pensando.

P - Você está pensando na interação entre elas entendeu? Porque pensa assim, a água ela é o que? Ela é polar, não é?

A1 - Sim.

P - Então uma molécula de água interage com outra molécula de água/

A2 - E, outra pergunta, só as moléculas apolares que tem dipolo induzido?

P - O dipolo pode ser induzido em qualquer molécula, mas a gente percebeu que existe este tipo de interação. Quando tem dipolo permanente tem dipolo induzido também, mas esse dipolo é tão mais fraco que a gente dá o nome da mais forte.

A2 - Eu não estou conseguindo responder a um. Como formular a resposta.

P - Compare o tipo de interação e a temperatura de ebulição. No texto tem três compostos/ nessa tabela aqui. Sim? O que que ele [autor do texto] fez/ eu vou comparar compostos de tamanhos parecidos, porque veja, aqui ele já tinha falado que quanto maior o tamanho da cadeia/ o que acontece com o ponto de ebulição?

A3 - A temperatura também aumenta.

A2 - Tem que aumentar.

P - Aqui ele está comparando três compostos que têm quase que o mesmo tamanho. Veja que a massa deles é bem parecida, 58, 58 e 60.

A1 - Mas ele quer saber qual que aumenta? Ou que diminui?

A3 - Não, ele quer saber o que/ entre um ponto de ebulição, o tipo de relação.

P – Então, aqui embaixo está o ponto de ebulição, tá vendo? O ponto de ebulição é o ponto em que aquela substância passa para o estado líquido, quer dizer, passa para o estado gasoso.

A2 - Mas qual que é a relação entre/

A4 - Professor, o hidrogênio é positivo ou negativo?

A3 - Ele é o menos negativo de todos.

A5 - O hidrogênio não é para equilibrar a cadeia?

A3 - Ele é o último da fila. Qualquer elemento pode completar, não é só o hidrogênio.

P - Gente, vamos focar em uma discussão só, por favor? A primeira pergunta foi a dela [A2], qual era mesmo?

A2 - Como assim ponto de ebulição e interação intermolecular?

P - Qual é o tipo de interação intermolecular que tem aqui? [disse o professor apontando para uma das moléculas da tabela 1 do anexo C].

A3 – Por que que ele colocou dipolo induzido-dipolo induzido, dipolo-dipolo e depois ligação de hidrogênio?

P - Ele está dando nome, a gente vai conceituar ainda o que são os nomes, mas ele tá falando ó, o tipo de interação que essa molécula tem é esse/

A2 - Dipolo induzido.

P - Dipolo induzido-dipolo induzido, depois esse é dipolo-dipolo e esse aqui é ligação de hidrogênio.

A3 - Então eu posso deduzir que a ligação dipolo-dipolo e ligação de hidrogênio são as que têm maior ponto de ebulição?

P - Sim, são as que têm o maior ponto de ebulição.

A3 - Então está relacionado com/

A4 - Com o oxigênio?

A3 - Não, a interação intermolecular está relacionada com o ponto de ebulição.

P - Porque olha, se naquela outra tabela ele estava falando que quanto maior o tamanho da cadeia, maior o ponto de ebulição, o que você esperaria para moléculas com tamanhos parecidos?

A4 - A única coisa que altera aqui é; .../ ó, o nitrogênio e o oxigênio.

P - Exatamente, a única coisa que altera e é suficiente para alterar o tipo de interação intermolecular.

A2 - É mesmo, e aqui ó, é parecido ó.

P - É bem parecido, ele [autor do texto] fez de propósito.

A2 - Mas tipo, a temperatura não é parecida, é diferente.

P – Isso, e o tipo de interação também muda, não é? É isso que ele está pedindo para você comparar.

A3 - Na tabela ele estava falando de hidrocarbonetos, mas essas duas aqui [acetona e álcool isopropílico] ainda são hidrocarbonetos?

P - Não, hidrocarboneto é quando tem carbono e hidrogênio/ só.

A3 - Mas assim, é por isso que eu também fiquei perdido.

A2 - Então, mas então só seria essa aqui então.

P - Mas ele mudou a estrutura, em vez de colocar só hidrocarboneto ele falou: eu vou colocar um oxigênio lá para ver no que é que dá.

A3 - Ai muda o tipo de interação e o tipo de ebulição né?

P - Isso.

A3 - Entendi.

Episódio 22

A1 - Professor, eu não entendi a C, você pode me ajudar?

P - Posso sim, aqui na A, o que ele está variando?

A2 - O que está variando?

P - Porque assim, aqui ele fez o seguinte no texto, ele comparou o tamanho da cadeia e analisou o ponto de ebulição, não é? Aqui, ele pegou três cadeias parecidas em tamanho e massa e mudou o tipo de interação que elas têm entre elas.

A2 - Dependendo do tipo de interação vai aumentando o ponto de ebulição.

P - Isso, tem um padrão aqui. E aqui também tem um padrão. O que você têm que notar aqui nesta tabela é o que está variando.

A2 - O tipo de interação é a mesma.

P - Isso, e o que está variando?

A2 - O varia é o tamanho da cadeia. Então o tamanho tem a ver com o ponto de ebulição?

P - Tem a ver, olha esse gráfico.

A2 - Ah é verdade né, aqui explica né.

A3 - Então eu posso colocar, por exemplo, quanto mais subst/ átomos dentro da cadeia, maior o ponto de ebulição?

P - Isso deixa a cadeia maior?

A3 - Porque também faz diferença o tipo de cadeia, não é? Então se eu colocar que essa cadeia de baixo tem mais átomos de carbono e hidrogênio do que a de cima/ por isso o ponto de ebulição é maior. Estaria certo?

P - Sim, mas você poderia falar em tamanho da cadeia basicamente, porque todos eles são álcoois primários, porque tem um “OH” ligado a um carbono primário. De fato são todos álcoois, o que muda é o tamanho dessa cadeia aqui.

A3 - Uhum.

Episódio 23

A1 - Aqui, é pela questão do grupo funcional. Aqui todos têm o mesmo grupo, porém muda quantidade de carbonos. Aqui é a relação de ramificação, não é?

P - Aham.

A1 - O que significa anel? E o iso?

P - Significa que todos os lados dele são iguais, que ele é simétrico.

A1 - Todos são assimétricos?

P - Iso é um tipo de ramificação.

A1 - Sim, é.

P - Essa aqui é polar ou apolar?

A2 - Apolar.

P - Apolar, por quê?

A1 - Eu acho que porque todos constituem um hidrocarboneto.

A3 - Polar seria essa aqui por causa do oxigênio.

P - Essa aqui, e essa aqui? Também tem oxigênio. Todas que têm oxigênio você classifica como polar?

A1 - Sim.

P - Faz sentido, porque é o mais eletronegativo, e tudo mais. Mas olha só, vamos comparar essa molecular que é polar com essa que é apolar. Elas têm o mesmo tamanho, mesma massa, tá vendo? Olha o ponto de ebulição. O que esse ponto de ebulição quer dizer? Sobre a força de interação entre as moléculas?

A2 - Quando o ponto de ebulição é negativo, é tipo ..., ele é ....

A1 - Quanto maior a interação, maior a temperatura de ebulição.

P - Maior o que? A força?

A1 - Isso.

P - A força de interação?

A1 - Isso.

A2 - Mas, esse aqui é o apolar né? O butano é apolar. Só quando ele tá negativo que ele vai ser apolar?

P - O ponto de ebulição dele é tão baixo que é maior do que zero.

A1 - A questão de ser negativo não chega nem a interferir.

P - É que graus Celsius/ ele vai de zero a cem. A sua geladeira está a menos 20 graus. Então você vai encontrar essa substância ai no estado gasoso. Se você for pra Rússia, você vai encontrar essa substância ai no estado gasoso. [inaudível]

Episódio 24

P - Como você faz para ver a força das interações intermoleculares?

S - Pela temperatura?

P - Você pode olhar para as temperaturas de ebulição. O que acontece quando um líquido entra em ebulição?

S - Ele passa para o estado gasoso.

P - Vamos pensar assim: no estado líquido, como é que estão as moléculas? ... Olha aqui, eu vou demonstrar os três estados físicos, olha como está no estado sólido. Ela tem uma certa vibração, mas ela está rígida no seu lugar [afirma o professor fazendo um gestual com a mão e apontando para o modelo representado na simulação]. Ela não tem liberdade de movimento. Vocês já tinham visto isso?

S - Aham.

P - Agora, olha no estado líquido. Elas continuam próximas.

S - Por que tem umas ali dispersas?

P - Porque ela tem mais energia. Todas essas partículas têm a mesma energia?

S – Sim/ Não [várias respostas ao mesmo tempo].

P - Olha só! [Afirma o professor apontando para uma partícula que se desgrudou do aglomerado de átomos da simulação]. Um átomo escapou aqui ó. Que estado que está essa partícula aqui?

S - Gasoso.

P - Imagina que essa bolinha está super de boa, tranquila, e vem umas cinco e bate nela do mesmo lado. O que que vai acontecer?

S - Ela vai voar longe.

P - Ela vai embora. Que temperatura que está isso aqui? [Pergunta o professor segurando uma garrafa de água]

S - Uns 20 graus.

P - Vocês acham que todas as moléculas aqui dentro estão com a mesma energia?

S - Não!

P - Jamais. Tem molécula aqui com muita energia e tem molécula com pouca energia.

A1 - Como você sabe?

P - Como que eu sei? Como é que você seca a roupa no varal? Água não passa do estado líquido para o gasoso à 100 graus? E como é que a sua roupa seca? Você esquenta à 100 graus a sua camiseta?

A1 - Não.

P - Você não esquenta. As moléculas, uma hora ou outra, elas escapam.

A2 - Mas professor, espera ai.

A3 - Não, mas, como assim tem molécula de cem graus?

A2 - Não entendi a sua explicação, ficou meio/

P - Então vamos lá, tem dois jeitos de passar a água do estado líquido para o estado gasoso/

A1 - Não, mas calma lá! Eu não entendi como que dentro da garrafa tem molécula à cem graus.

P - A energia das moléculas dependem do movimento e do caos. Elas estão se chocando o tempo todo. Aleatoriamente elas se chocam, sim? Aleatoriamente elas podem sofrer um número de choques maior e ganhar a energia e passar para o estado gasoso.

A1 - Sim, daí ela ficaria nessa parte ai que não tem água.

P - Então, se a gente tivesse olhando pro líquido, isso aqui seria um sistema muito pequeno, longe da escala, mas imagina que a superfície do líquido que você está vendo é esta. A água evapora, mesmo à 25 graus, ela passa para o estado gasoso/ Porque acontece isso, as vezes uma partícula tem energia suficiente para escapar da interação com as outras partículas e ir embora. Entendeu?

A1 - Entendi.

P - Por isso que a gente fala que é diferente evaporação de ebulição. As coisas evaporam naturalmente, mas se você quer forçar a evaporação você precisa chegar no ponto de ebulição, que seria forçar a evaporação dela.

A4 - Ao invés dela estar no estado líquido e passar pro estado gasoso, ela está no estado líquido e vai para o sólido, as moléculas estarão se mexendo ai do mesmo jeito do que essas ai no ponto de fusão do estado líquido pro gasoso?/ Elas estariam se mexendo igualmente do estado líquido pro sólido ou elas congelariam e ficariam iguais?

P - Desculpa eu não entendi.

A5 - Ela quer saber se/ ai tá falando do/ coisa líquido pro gasoso. Se fosse do líquido pro sólido, como que seria? As moléculas ficariam exatamente iguais assim? Na mesma temperatura de ebulição?

A4 - Não na mesma temperatura, mas se elas se mexeriam dessa forma, mas se elas estivesses paradas como seria o movimento delas?

P - O que tem mais energia? Água no estado/ em média tá/ água no estado gasoso ou líquido? Como que você sabe que é no estado gasoso?

S - [inaudível, muitos falam ao mesmo tempo]

P - O que que você tem que fazer para passar do estado líquido para o gasoso?

S - Aquecer.

P - Você aquece. Aquecer não é fornecer energia?

A1 - Mas acontece que o vapor não tem uma temperatura tão alta.

P - Tem mais energia ou mais calor? Energia é $mv^2/2$, é movimento, é massa, é velocidade.

A1 - Que louco!

A6 - Eu ia perguntar porque a molécula no gasoso tem mais energia se o processo é endotérmico.

P - Pra evaporar/ é um processo que absorve energia, não é? Você tem que esquentar a água para ela passar para o estado gasoso. Então aqui, se eu pegar um sólido e aquecer [o professor retorna à simulação da figura 10] eu vou passar ele pro estado líquido. E se eu continuar aquecendo isso. Tá vendo que está passando para o estado gasoso?

S - Que da hora!

P - Só algumas observações sobre essa simulação. A velocidade das moléculas no estado gasoso é tão alta/ elas se chocam tão rapidamente que você despreza as interações. Você pode desprezar a interação entre as moléculas quando elas estão no estado gasoso. A interação delas é muito forte quando elas estão próximas umas das outras, quando elas estão no estado gasoso elas são desprezíveis [afirma o professor considerando a abordagem de que gases se comportam de maneira ideal, ou seja, obedecem à lei dos gases ideais]. Então veja, se eu tenho interação intermolecular no estado sólido e no estado líquido e não tenho no estado gasoso, dá para entender por que eu uso ponto de ebulição para comparar com o tipo de interação? Se a interação entre essas duas partículas [pergunta o professor gestuando com duas peças do modelo bola-vareta] for mais fraca, fica mais fácil ou mais difícil delas escaparem e ir para o estado gasoso?

S - Mais fácil.

P - Mais fácil. Agora, se eu pego duas partículas polares [o professor pega outra molécula representada pelo modelo de bola-vareta] elas interagem assim, não é? O lado mais eletronegativo com o lado mais eletropositivo da outra [gestuando]. Vocês concordam que fica mais difícil delas romperem esta interação do estado líquido e passar para o estado gasoso? Se é mais difícil para elas desgrudarem, vocês entendem por que a o ponto de ebulição é maior?

S - Sim.

A4 - É isso que eu ia falar, porque se elas estão mais juntas a temperatura de ebulição aumenta.

P - Se elas estão mais juntas é por que o tipo de interação é mais forte?

A4 - Sim.

2.4 Aula 2 – Turma 2

Episódio 25

A1 - O butano.

A2 - Ele é quatro. [disse a aluna se referindo ao número de átomos de carbono da molécula]

A1 - Ele é apolar.

A2 - Ele é apolar.

A1 - Então a temperatura de ebulição dele é menor. E o álcool isopropílico tem o mesmo número de átomos de carbono só que ele é polar e ele é [inaudível] tem o mesmo número [de carbonos] da outra molécula. Então quanto mais polar maior a temperatura de ebulição.

A2 - Quanto mais polar/ ... então depende dos elementos.

A3 - Então ele vai mais;/ .... ser um pouco mais polar.

A2 - É, um pouco mais polar.

A1 - Ah porque a interação entre uma molécula e outra vai ser diferente. [inaudível]

A4 - Realmente.

A1 - Vamos supor se fosse tipo hidrogênio e iodo a ligação seria mais extensa então pra [inaudível] quebrar/ então o ponto de ebulição vai ser menor.

A4 - É, faz sentido.

A1 - Eu não sei, tá faltando adesão nas moléculas. Você entendeu? Tipo [inaudível] e o ponto de ebulição dela é maior.

A2 - Então quanto mais forte o tipo de interação, maior o ponto de ebulição.

A3 - O tamanho da cadeia como é?

A2 - Quanto maior, quanto mais massa, maior a temperatura de ebulição.

Episódio 26

A1 - [inaudível] o tipo de interação que existe entre as moléculas, maior o ponto de ebulição.

A2 – Espera aí, por quê?

A1 - Porque aqui ó, aqui o tipo de interação é fraca, é dispersão. Aqui é dipolo-induzido com dipolo-induzido, é a mais fraca que tem/ o ponto de ebulição dela é baixo. A ligação de hidrogênio que é uma das mais fortes que tem/ o ponto de ebulição dela é alto. Tipo ó essa diferença aqui. ... Quanto mais forte o tipo de interação entre as moléculas, maior/ mais alto o ponto de ebulição.

Episódio 27

A1 - Eu entendi o que ele disse, só não deu pra ver aqui porque não tem/ não tinha outras coisas para comparar.

A2 - Eu entendi o que ele disse na questão do/ ... da ligação. Que, por exemplo, para separar um e outro/ ... que no hidrogênio, ele precisa de mais energia para conseguir separar. Já no gás, na coisa ali, não precisa de tanto. É, não precisa de tanto é/ é mais fraco. Mas eu não lembro porque é mais fraco.

A1 - Ó, ó, pensa assim. Olha o tamanho da molécula.

A2 - Ham.

A1 - Você acha que é fácil, uma molécula daquela se ligar à outra daquela?

A2 – Ah;, verdade.

A1 - Fica mais [inaudível] pequenininha [inaudível].

A2 - Segura mais.

A1 - Agora, o ponto de ebulição. ...

A2 - Então, quando a cadeia é menor, por exemplo, o ponto de ebulição é maior. É porque ali, por exemplo, no oxigênio com o hidrogênio, a cadeia é menor. Tipo ela fica mais juntinha. Então, para separar essas que estão mais juntinhas precisa de uma energia maior. E a que já está bem ..., é ... distanciadas assim, não precisa de tanto, porque elas já estão distantes.

A1 - Quanto menor a interação é, quanto me/ me/ menos forte, quanto mais fraca a interação entre elas, mais fácil/ menor. ...

A2 - Não, calma. Quanto mais interações. Porque ali ela interage muito mais, não?

A1 - Mais o que? Mais força? Ó, quanto maior a força de interação, mais energia vai precisar para separar as moléculas.

A2 - Sim.

A1 - Certo? É isso.

A2 - Uhum.

A1 - Então quanto maior a energia ... é ... mais/

A2 - Quanto menor a cadeia maior o ponto de ebulição, quanto menor a cadeia/

A1 - Não! Interação!

A2 - Ainda não consegui entender isso de interação intermolecular.

A1 - Interação. Ó, a ponte de hidrogênio/ ligação de hidrogênio, é mais forte. Ele colocou ali ó/ [afirma a aluna apontando para o esquema na lousa] força de interação/ ó a setinha pra lá.

A2 - Sim.

A1 - Então, elas vão tá bem grudadas, não vão?

A2 - Sim.

A1 - Então, quanto de calor tem que pôr pra ebulir? Muito.

A2 - Sim.

A1 - Então, agora pensa, se em temperatura ambiente, 38 graus, a água tá como? Líquido.

A2 - Líquido.

A1 - Então, o gás/ ó o tamanho que é o gás de cozinha ele tá/ é gás de cozinha, ele tá como gás né! Entendeu?

A2 – Aham/ não. São gás/

A1 - Então quanto/ então pensa como que é difícil deles, sabe, tem uma força pra se ajuntar, se agrupar, as moléculas. Então, a água, é menor, consequentemente/ é menor não, não

sei/ é realmente, a força de interação da ligação é mais forte, então ela vai precisar de/ então ela vai ter um ponto de ebulição muito maior pra ela evaporar/

A2 - Sim, isso eu entendi.

A1 - Não/ vai precisar de uma energia muito grande/

A2 - Pra evaporar. Tá, mas se eu tenho/

A1 - Ai o ponto de ebulição e interação/ e não quanto maior o ponto de ebulição, mais forte a interação, maior vai ter que ser o ponto de ebulição.

A2 - Ah; é ao contrário então/

A1 - Não aqui é/

A2 - Não, mas é que antes a gente tinha colocado ... isso.

A1 - É. ...

A2 - Tá, então, quanto menor a cadeia, maior o ponto de ebuli/ quanto menor/ quanto maior a/

A1 - Não, a interação.

A2 - A interação.

A1 - Isso.

A2 - Tá, então quanto mais forte a interação maior o ponto de ebulição.

A1 - Maior tem que ser o ponto de ebulição. ...

A1 - Agora a polaridade e ponto de ebulição. Vamos pegar aqui. [Disse a aluna enquanto montava uma estrutura com o modelo bola-vareta].

A2 - Tá parecendo a professora Am, vai lá.

A1 - Não/ ... é pra gente entender. [inaudível] a polaridade da [inaudível]

A2 - Ahm.

A1 - Então aqui, vão estar bem juntas, você acha que a polaridade vai ser maior ou menor?

A2 - Maior. Porque é mais difícil de separar essas duas.

A1 - E aí?

A2 - E aqui ... menor, porque/

A1 - Vai ser próximo. É isso?

A2 - É isso. Então polaridades iguais, menor/ é igual o ponto de ebulição, polaridades diferentes, maior o ponto de ebulição.

A1 - Apolar;; ... menor o ponto de ebulição. Quando for polar/

A2 - Polar é igual?

A1 - Mais energia. Polar igual não, polar é o que?

A2 - Polos iguais.

A1 - Não é ao contrário apolar é quando não tem polos.

A2 - Eu confundo isso.

A1 - Eu também. Aqui [disse a aluna manuseando um modelo bola-vareta de molécula polar] é o que? Polar ou apolar?

A2 - Polar.

A1 - Aqui? [disse a aluna manuseando um modelo bola-vareta de molécula apolar]

A2 - Apolar.

A1 - Não, aqui! [disse a aluna manuseando outra estrutura do modelo bola-vareta de molécula polar] Eu quero uma certeza.

A2 - Polar.

A1 - Polar, por que polar?

A2 - Porque tem um polo mais eletronegativo do que o outro.

A1 - Mais eletronegativo do que o outro. Certo. E aqui? [disse a aluna manuseando um modelo bola-vareta de molécula apolar]

A2 - Apo/ Apolar.

A1 - Apolar, porque se/

A2 - Porque tem a mesma força, tipo, um polo, os dois polos são/

A1 - Eles se anulam.

A2 - Isso, porque um é mais eletronegativo e o outro é mais eletropositivo.

A1 - Não.

A2 - É, claro que é!

A1 - Se um for mais eletronegativo e o outro for mais eletropositivo eles vão ter polos diferentes.

A2 - Então, ai eles se anulam.

A1 - Não, apolar quer dizer que tem o mesmo valor.

A2 - Tá, e o que que eu tinha falado antes?

A1 - Que um é mais eletronegativo, e o outro é mais eletropositivo.

A2 - Mas antes de eu falar isso eu falei que porque os/ eles têm dois polos iguais.

A1 - Então, os dois polos iguais, dá pra ver igual. [Diz a aluna manuseando uma estrutura no modelo bola-vareta]

A2 - Então/

A1 - Não, como eu falei, se eu fizer isso [A aluna aproxima uma estrutura de molécula polar de outra apolar] ... o que é que está acontecendo aqui?

A2 - Entre os dois?

A1 - É. O que é que vai acontecer nisso?

A2 - Vai aproximar, porque um é mais eletronegativo e o outro é mais/

A1 - Eles se aproximam. Qual o nome disso que eu tô fazendo?

A2 - Ligação ... de alguma coisa.

A1 - Então isso é o que? Aqui tava apolar certo? E se eu fizer isso, vai fazer alguma coisa? [A aluna continua aproximando uma estrutura de molécula polar de outra apolar]
A2 - Vai. O que eu não sei.
A1 - Eu não tô induzindo à/ por exemplo se aqui for mais eletronegativo, você acha que a eletronegatividade vai ficar aqui, ou vai pra lá?
A2 - A eletronegatividade?
A1 - É, aqui é eletronegativo ... ai eu vou induzir.
A2 - Ham.
A1 - Encostar.
A2 - Então a outra vai ficar eletronegativo também.
A1 - Ai o que é que tá acontecendo ali? ... Um dipolo induzido/ ai a eletronegatividade vai pra onde?
A2 - Vai pro outro. Tá certo.
A1 - Ai ó, aqui, assim. [A aluna pega a estrutura bola-vareta de uma molécula polar]
A2 - Então [é] polar esse. Tem um polo mais eletronegativo do que o outro. Ai a;;/ o ponto de ebulição será maior.
A1 - Aqui é. Realmente.
A2 - É, era isso. [A outra aluna pega uma estrutura bola-vareta de uma molécula apolar] E aqui;, o ponto de ebulição é menor porque tem dois polos iguais.
A1 - Isso. Porque é apolar e não precisa de tanta energia. ... Pra;/ a interação vai [ser] menor.

Episódio 28

A1 - Aqui ó. Número de carbonos. [O aluno aponta para a figura 1 do apêndice C] Ele tá explicando lá do/
A2 - Então quando uma molécula é apolar ela tem o ponto de ebulição menor.
A1 - Então é que/... não sei se tá certo. Pode tá muito errado.
A2 - Eu acho que tá certo.

Episódio 29

A1 - Não, então. Tem uma questão da segunda fase do terceiro dia que é de química. Que ai eu fui perguntar pro Al, só sei que a "b" tinha a ver com negócio de ... como é mesmo aquele negócio de física assim ó [A aluna aponta para os vetores de uma molécula polar]
A2 - Vetor.
A1 - Vetor. Né. Tinha vetor [afirma a aluna em tom de indignação]
A2 - Mas é que vetor tem a ver com polaridade.
A1 - É. Falei: quê? Não entendi nada. Muito chato.

Episódio 30

A1 - Qual a ligação mais forte aqui mesmo?

A2 - A de baixo, a última, que é hidrogênio. Hidrogênio, dipolo-dipolo, wan der Waals.

A1 - Dipolo-dipolo e wan der Waals é a mesma coisa né?

A2 - Não. Dipolo-dipolo é quando tem polo, wan der Waals é dipolo induzido dipolo induzido.

A1 - Dipolo induzido dipolo induzido, entendi.

Episódio 31

A1 - Então, vamos supor que quatro hidrogênios e um carbono tem a mesma massa que um oxigênio.

A2 - Ah entendi agora.

A1 - Dá equivalência.

A2 - Já entendi.

A1 - Entendeu?

A2 - Entendi.

A1 - Pode-se pensar assim, não sei se é o certo.

A2 - Não, eu entendi agora.

A1 - Então, o que que tá diferenciando aqui? A temperatura de ebulição? O grupo funcional. Então se ele muda/ eu não sei como é que coloca isso.

A2 - Será que é porque tem uma interação/ será que é porque tem uma dupla ligação, ai fica mais difícil de quebrar esses dois e por isso que o ponto de ebulição é maior?

A1 - Mas aqui ó, o ponto de ebulição dessa aqui [butan-2-ol] é maior e não tem dupla ligação.

A2 - Tá, então vamos entender o porquê. Porque;;

A1 - Então essa dupla já não pode. Com certeza deve ser a força e a interação inter/ ... moléculas. A gente teria que fazer a molécula [no modelo bola-vareta], mas dá muito trabalho.

2.5 Aula 3 – Turma 1

Episódio 32

A1 - Se a substância ela vai absorver uma quantidade maior de energia, logo ela vai liberar uma quantidade maior, ou é igual?

P - Libera quando?

A1 - Como assim?

P - Em que momento ela vai absorver?

A1 - Quando houver maior temperatura.

A2 - Quando houver aquecimento.

P - Qual o [nome do] fenômeno que ela absorve energia? ... Quando ela muda de estado físico, nesse caso?

A1 - Sim.

P - Ela passa do líquido pro gás?

A1 - Sim.

P - Ai você tem que pensar, quando ela passar do gás para o líquido ela vai liberar essa mesma energia?

A1 - Ela não vai absorver? Tipo, ela absorve e ela não vai liberar depois?

P - Ela libera, mas se ela voltar para o estado que ela estava antes.

A2 - Olha aqui, o que fala/ qual que vai absorver mais?

P - Você tem que olhar para as três substâncias e pensar qual delas deve absorver mais energia pra mudar de estado físico.

A2 - Sim, mas qual que vai liberar?

P - Quando ela voltar pro estado líquido.

A2 - Então eu devo considerar isso?

P - Não, porque eu tô falando só desse ponto em que ela evapora. Por enquanto. Mas é importante você saber que quando ela condensa ela libera essa energia. A mesma quantidade que ela absorveu para evaporar.

A2 - Entendi. A que vai liberar mais energia é a que absorveu mais energia?

A1 - Esse ai já é outro quadro. Ele tá falando da evaporação, para evaporar, se ele falasse da condensação/

A2 - Pera, não tô entendendo.

A1 - Ele quer saber uma substância/ ele quer saber se: ou absorver ou liberar, no estado de evaporação.

A2 - E ela vai o que?

A1 - Absorver porque ela vai evaporar, se ela fosse liberar/

A2 - Como assim se ela fosse liberar?

A1 - Então, se ele falasse aqui para condensar, você poderia falar.

Episódio 33

A1 - Vamos primeiro elaborar a ação, o que que a gente vai fazer?

A2 - A gente vai medir a temperatura das substâncias.

A1 - De cada uma?

A2 - É.

A1 – Espera aí, ó, hexano, pentanol e ...penta-2-ona... cadê o gaze?

A2 - Gaze é isso aqui ó.

A1 - Isso é gaze?

A2 - Primeiro vamos colocar os materiais que a gente já sabe/

A1 - Não, espera. A gente já sabe qual desses é o mais volátil.

A2 - É o hexano.

A1 - Então se a gente fizer/ ...

A2 - Colocar o termômetro lá dentro.

A1 - Ó, primeiro vamos colocar o que a gente vai fazer. Vamos medir a temperatura de cada substância. A ação é isso.

A2 - Nada a ver, você acha que isso aqui vai se alterar quando a gente/

A1 - Vai, vai.

A2 - Eu acho que não vai não.

A1 - Não, primeiro coloca a ação pra depois ver o resultado.

A2 - Eu acho que não vai não.

A1 - [ditando o que está escrevendo] Medir a/

A2 - A temperatura de cada substância.

A3 - A1, fala baixo?

A2 - De ca-da su-bis-tân-cia.

Episódio 34

A2 - Para saber qual a temperatura que elas estão em temperatura ambiente.

A1 - Não, para saber qual evapora em temperatura ambiente.

A2 - Não gente, se a gente colocar isso. A gente já vai saber se elas evaporam ou não se quando a gente abrir, sentir o cheiro.

A3 - Mas a gente não vai ver.

A2 - A gente vai sentir.

A1 - Mano, você a abriu a tampa já tá em temperatura ambiente, você coloca o termômetro e vamos ver.

A2 - Você sabe que ela é volátil por quê? Porque você sente o cheiro. Não pela temperatura. Não precisa medir para saber se ela evapora ou não.

A1 - Vamos logo aqui? Vamos logo?

A2 - Não precisa medir para saber se ela evapora ou não.

A1 - Então o que que você colocou ai?

A2 - É para saber qual substância evapora em temperatura ambiente, mas não precisa medir para saber se evapora à temperatura ambiente.

A3 - Mas isso não é uma hipótese.

A1 - É uma afirmação. Deixa.

A2 - Para saber qual substância evapora em temperatura ambiente, mas gente, não precisa.

A1 - [ditando o que está escrevendo] Sa-ber qual su-bs-tân-cia ... tem-pe-ra-tu-ra ... Pronto! Próxima ação.

A2 - Essa tá errada.

A1 - Meu, bota fé.

A2 - Pra que tem o elástico?

A1 - Isso que eu ia perguntar. ... Ah; ele deu essa gaze também/

A3 - Pra fazer isso ó. [afirma a aluna esfregando a gaze no termômetro]

A1 - Não, não/ não, acho que não. Ou sim?

A2 - Só pra limpar não é? ...

A2 – Meu/ elástico! Eu não sei pra que eu vou usar.

A1 - Ah já sei! Você coloca nas substâncias. E ai a gente vê o que aconteceu.

A2 - Nada a ver, não vai acontecer nada.

A1 - Você tem outra ação? Dá outro exemplo. Vai/ o que a gente vai fazer com o elástico?

A2 - Ah eu vou falar isso, você enrola o termômetro com o elástico, mas eu não sei pra que isso. ...

A2 - Olha o que você tinha desenhado. [As alunas buscam no roteiro mais informações] ...

A2 - Esse é apolar. As substâncias apolares evaporam mais rápido que as polares?

A1 - Que que tem?

A3 - Acho que sim.

A2 - Porque a interação interpartículas é menor, então menor é a temperatura de ebulição/

A3 - É, menor a energia para evaporar.

A1 - Mas o que tem isso daí pra ter outra ação? ...

A2 - Vamos pensar, pra que ele deu gaze?

A1 - Ele deu pra você molhar e sentir o cheiro. Nem precisa sentir o cheiro, você já abre e já sentiu o cheiro/

A2 - Tá, mas e o elástico?

A3 - Gente, vamos pensar, por que ele daria o elástico? Por quê?

A1 - Olha, eu acho que a gaze ele deu pra você molhar. Ele deu três gazes. E são três substâncias. Você molha cada uma com uma substância e você vê qual que seca mais rápido. A gaze que secar mais rápido vai ser a que evapora mais rápido. Acabou, é isso.

A3 - Mas espera.

A2 - Pode até ser, mas eu acho que não é isso.

A1 - Depois a gente vê vai. Vamos colocar essa aqui primeiro. O que a gente coloca nas gazes?

A2 - O termômetro foi pra medir a temperatura de cada substância. Para saber qual a/ subs/ não!/ para saber qual a substância/

A1 - É melhor só a temperatura de cada substância. [inaudível, as alunas falam ao mesmo tempo]

A1 - Mas a gaze é pra medir a temperatura ambiente. ...

A2 - Não, mas ai a gente vai medir a temperatura de cada substância/ cada substância em temperatura ambiente.

A1 - Não A2, espera. ...

A3 - Para saber [inaudível]. Elas estão a 25 graus? Elas estão mais?

A1 - Não, espera aí ó. A gente pode fazer assim ó. Para medir a temperatura de cada substância, aí quando a gente for fazer isso aqui ó, da gaze, a gente fala que é pra; saber qual evapora mais rápido à temperatura ambiente. Esse é temperatura ambiente/

A2 - [inaudível]

A1 - Não. A gente/

A2 - Quem vota em chamar? [o professor]

A3 - Eu.

A1 - Usa a gaze ... cada ... substância. Ai a gente vai saber o que aqui? É; ...

A1 - Usa a gaze para cada substância, pra que? ... Para saber/

A2 - Molhe a gaze/

A1 - Para saber, a tem-pe-ra-tu-ra. Não, para saber a QUE temperatura/

A2 - Para ver qual que evapora mais rápido.

A1 - Para saber a que temperatura/ cada substância evapora à temperatura ambiente.

A2 - Para ver qual que evapora mais rápi/

A1 - Para saber qual é mais volátil, pronto. ... Para saber/ ...

A3 - Mas nenhuma delas vai evaporar.

A2 - Que?;;

A1 - O hexano vai!

A3 - Para saber qual é mais volátil. Melhor eu parar de fazer isso né?

A2 - Gente, isso aqui. Ele é o que? Vamos passa no cabelo. Vamos eletrizar ele na gaze. ... Se é que dá/ não dá.

A1 - Fricciona, fricciona. Agora testa no pelo do seu braço, não vai passar no cabelo não sua louca.

A2 - Coisa nenhuma.

A1 - Espera, espera.

A2 - Nada.

A1 - A2, se ele quer/

A2 - Isolante.

A1 - Ele não vai.

A2 - Mas o que pode ser feito com isso/ isolante.

A1 - Na ponta, na ponta. Você esfrega.

A2 - Será que subiu? Olha subiu! 30 graus!

A3 - Já estava em 30!

A1 - Não estava não.

A2 - Estava menos de 25.

A1 - Não espera, será que dá para fazer assim ó.

A3 - Vai gente, vamos pensar.

A1 - Qual que é a hipótese?

A2 - Ah chega de hipótese, cansei.

A1 - Falta usar os elásticos.

A2 - É falta mesmo.

A3 - É que nem aquele negócio que você falou de cheirar. Quando a gente sente o cheiro é que ela tá/

A2 - É que ela tá evaporando.

A1 - E ela seca a pele.

A2 - Se ele é neutro.

A3 - Não ele é neutro. É borracha, é isolante.

A2 - Como que você sabe que ele vai tá neutro? [a aluna aproxima a gaze do cabelo da A1]

A3 - A não sei. Vamos ver se gaze no cabelo. ... Vem aqui, vem aqui. Olha eletrizou.

A2 - Eu não vi nada.

A3 - O que que o gaze tem? Tá eletrizando. Eletriza. Eletriza o termômetro. É isso ó, a gente vai eletrizar. Quando a gente colocar isso aqui dentro/

A2 - Vamos chamar ele/

A3 - Vamos colocar isso? Eletriza o termômetro com a gaze.

A1 - FRICCIONA. A gaze no termômetro. É isso que a gente vai colocar.

A2 - Vai molhar, e colocar aqui.

A1 - Mas meu, pra que que vamos fazer isso?

A2 - Por mim eu já enfiava aqui dentro.

A2 - Gente acabei de ver. ... Gente, gente, olha o que eles fizeram. Foi o que a A1 disse.

A1 - Eu não falei?

A2 - Amarra aqui. [a aluna pega a gaze e vai marrando no termômetro]

A1 - Mas primeiro você coloca a gaze e depois você amarra. Para segurar a gaze.

Episódio 35

P - Álcool em gel. Fica mais frio ou menos frio do que quando você molha a mão na pia com água?

A1 - Eu não tô lembrando. ... Mas a água é mais gelada.

A2 - Não/ não, mas e depois. Mesmo que no começo fique mais quente, você sente depois que fica bem gelada.

A1 - Sim/ não bem.

P - Você sente a mão gelada? Depois?

A1 - Sim.

P - Por que você sente a mão gelada?

A1 - Não sei.

A2 - O ponto de ebulição dele é mais baixo/ mais alto sei lá/

A3 - A interação da/ é maior?

P - Ah então, tem uma relação com a interação/ tem uma relação com a volatilidade.

A3 - A interação intermolecular ela seria maior ou menor no caso? Maior/ não espera.

P - Então, né, ai seria/ [o A4 toca a gaze molhada com hexano]

A1 - Não menino!

A4 - Isso esfria.

Episódio 36

P - Oi.

A2 - Estamos perdidas.

A1 - A gente não entendeu por que esses negócio aqui, é pra enrolar com aquilo?

P - Bom, você vai medir a temperatura de cada substância. [lê o professor do que está escrito no roteiro do aluno]

A1 - Pra saber qual que é mais volátil em temperatura ambiente, ok?

P - Pra saber qual que é mais volátil, tá.

A2 - Mas pelo cheiro já não dá para saber qual que é mais volátil?

P - Não porque elas têm cheiros diferentes. Tá? É assim ... ham ... interessante você/ se você medir a temperatura delas [das substâncias] do jeito que elas estão aqui. [com o termômetro dentro das substâncias] Você quer medir? Coloca ai.

A1 - Nada acontece. Não vai acontecer nada. Ou vai? Aqui ó.

A2 - Não.

P - Nada.

A2 - Então você tem que/ você tem que colocar. [inaudível]

P - E ai? Olha agora. [diz o professor para observar a temperatura agora que o termômetro, envolto em uma gaze, foi emergido da substância.]

A1 - Tá diminuindo.

A3 - Tá mesmo.

A2 - Pra mim tá parado.

A3 - Não sei o que que aconteceu.

A1 - Tá diminuindo. Tá diminuindo gente, não tá? Ou eu estou louca?

A2 - Ai meu Deus. Tá normal, tá parado isso aqui.

P - Por que que você sente frio quando você sai da piscina?

A2 - O que?

P - Por que que você sente frio quando você sai da piscina?

A2 - Porque o meu corpo tá numa temperatura, ai eu saí de uma temperatura.

A3 - Então o termômetro ficou 25?

A1 - Agora estabilizou.

A3 - Então ela é.

P - Você sente mais frio quando você molha a mão com água ou com álcool?

S - Com álcool.

P - Por que? Os dois estão na mesma temperatura, você mediu aqui. Tava na mesma temperatura. As três substâncias estavam na mesma temperatura que é a mesma/ [que a] ambiente. Obviamente a gente está numa temperatura maior porque a gente trabalha a 36 graus não é?/

A1 - É a composição? Sei lá.

A2 - Porque o álcool esfria mais rápido.

P - O que acontece quando a gente tirou o termômetro daqui? O que acontece com a substância que está ali na ponta do termômetro.

A2 - Evapora.

P - Ela evapora. Esse processo de evaporar absorve ou libera energia?

A1 - Absorve.

P - Absorve energia do termômetro, não é? Do mesmo jeito que a água absorve energia do seu corpo para evaporar quando você sai do banho.

A1 - Então, no momento que ela colocou e tirou, já evaporou? O que tava aqui?

P - Já evaporou, tá molhado ainda? Já evaporou.

A2 - Sério!

P - Essas três substâncias são bem voláteis, é diferente de água que ficaria molhado por um tempo.

A2 - É que nem acetona?

P - Que nem acetona, isso.

Episódio 37

P - Qual que evapora mais rápido?

A1 - O hexano.

P - O hexano, por quê?

A1 - Porque ele tem a temperatura de ebulição menor.

A2 - Porque ele é apolar.

A3 - Ele é mais/

P - Porque temperatura, porque é apolar e porque tem o tipo de interação mais fraco, é isso? Beleza, então ele vai puxar a temperatura do termômetro/ ele vai puxar mais ou menos?

S - Menos.

P - Menos do que esse?

A1- Ah;

P - Qual que evapora mais rápido?

A1 - O hexano, então vai ser menos.

P - Então vai ser menos por que ele absorve menos energia para evaporar?

A1 - Não/

A2 - É.

A1 - Espera, espera, estou me confundindo.

P - Beleza isso já é um hipótese sim? A ação já está meio claro o que vocês tem que fazer?

A2 - Não.

A1 - Tem que ser de cada uma né?

P - Como que você vai fazer pra testar?

A1 - Coloca uma gaze no negócio, coloca em cada uma e anota o que acontece com cada substância, não é?

P - O que vocês acham? Da ideia dela?

A1 - Ai depois tira/

A2 - Posso colocar [o termômetro sem a gaze] direto aqui dentro?

P - É mas evapora tão rápido que nem dá para ver que baixou a temperatura sabia?

A2 - A sim, ai ele vai/ ele vai ... absorver o líquido e fazer com que ele fique mais tempo no termômetro.

A1 - Tá, primeiro, vamos escrever uma ação.

A2 - Agora eu entendi.

Episódio 38

A1 - Ó, o que que a gente quer. Quer saber a temperatura que cada uma/

A3 - Quer saber qual que é a mais/

A1 - Volátil.

A2 - Ó usa a gaze com cada substância/ pra quê? Pra saber qual que é a mais volátil. Essa eu vou deixar.

A3 - Não, é pra saber qual a substância que absorve mais energia/

A1 - Da/ do termômetro.

A3 - Qual substância absorve mais energia para evaporar, independente do/

A1 - Então, mais volátil.

Episódio 39

A1 - O hexano apresenta a menor superfície de contato.

A2 - O hexano é a maior superfície de contato.

A1 - Por quê? Ele evapora mais rápido.

A2 - Aqui ó. Ele evapora mais rápido porque ele é apolar, a força de interação entre as moléculas ... é mais fraca.

A1 - Mas espera ai.

A3 - Porque a superfície de contato dele comparado com as outras é maior.

A1 - Menor/ menor/ maior.

2.6 Aula 3 – Turma 2

Episódio 40

A1 - Essa primeira é apolar porque é hidrocarboneto. Essa aqui termina com álcool, quando ela termina com "OL" é álcool, não é?

A2 - Aquela ali tem ligação de hidrogênio e a outra com/

A1 - É/

A2 - Oxigênio, é isso. ...

A1 – Ai, então essa é dipolo-dipolo, essa aqui dipolo-induzido dipolo-induzido/

A2 - Põe van der Waals que é mais fácil.

A1 - Também.

A2 - Ó essa aqui é dipolo-dipolo e a outra ligação de hidrogênio. Porque ó, se você ver aqui. Tem "OH", então é ligação de hidrogênio.

A1 - Aham.

A2 - E essa aqui vai ser só dipolo-dipolo

A1 - Não é induzido.

A2 - Então, essa aqui não é apolar, essa aqui é polar.

A1 - Então ó, polar ... dipolo permanente. Os dois não é? Os dois últimos.

A2 - Só que essa aqui tem ligação de hidrogênio.

A1 - A é, ... verdade.

Episódio 41

A1 - A absorção ou liberação de energia, no caso tá falando da molécula ou do/ essa aqui/ do que?

P - Tá falando do processo de evaporação. Quando ela evapora. As coisas evaporam também, quando você coloca a roupa no varal a água evapora, ela não ebuli, não chega a 100 graus.

A1 - Sim, ok.

P - Ele [o enunciado do exercício] tá falando assim, quando ela evapora quebra a interação, essa quebra envolve absorção ou liberação de energia?

A1- Da molécula ou do estado?

P - Então. A molécula absorve ou libera do sistema.

A1 - A ok.

P - Ai tem aquela história, [por que] você sente frio quando sai da piscina?

A1 - A sim, beleza.

Episódio 42

A1 - Ali é um óxido ou é ligação de hidrogênio?

A2 - Aonde?

A1 - Ali.

A2 - É uma ramificação né?

A1 - Mas é um óxido ou uma ligação/ ligação de hidrogênio?

A2 - Então, é uma ligação dupla de oxigênio, é polar.

A1 - É óxido ou é ligação de hidrogênio?

A3 - Óxido é oxigênio e hidrogênio?

A1 - Mas é o óxido mesmo?

A2 - Oxigênio faz quantas ligações?

A3 - Oxigênio faz duas.

A2 - Então, as duas/ é o óxido. Tá certo.

A1 - Não entendi o raciocínio de vocês. Sabe o que eu tô achando, aqui é "OH" né? Aqui não é carbono. Aqui é "H" mesmo. Não, mas sabe o que eu acho que é/ aqui/ sei lá é hidróxido, carbono qualquer coisa. Com o "H", é só o "OH", porque o carbono óxido/ não espera ai/ ... pra ser apolar, é preciso estar o óxido e o hidrogênio ligados certo?

A2 - Certo.

A1 - É preciso estar o óxido e o hidrogênio ligados em outro.

A3 - Isso daqui é polar.

A4 - Apolar?

A3 - Polar, por causa disso aqui ó. Esse daqui é polar.

A2 - Espera ai, como é apolar gente?

A1 - Quando tem a ligação de .../

A3 - Então, é polar por causa da ligação.

A2 - É difícil diferenciar, quando você fala assim "isso aqui é apolar, esse aqui polar", ah só tem um "A" meu./

P - É difícil ne?/

A2 - Como você faz pra saber?/

A1 - Ô professor, aqui ó. Essa interação intermolecular.

P - É o tipo de interação, quando é apolar com a polar como é que a gente chama, quando é apolar com apolar?

A1 - Ah, aquele negócio lá de induzido.

P - Isso.

A1 - Estão esse daqui é/ se ela é apolar é induzi/ dipolo induzido. É isso?

P - É, dipolo induzido-dipolo induzido/

A2 - É pra apolar/

P - Ou você põe "DI" traço "DI" [abreviação de dipolo induzido], você pode por van der Waals, London.

A1 - Os nomes dos caras. Precisa pôr em duas vezes? "DI"?

P - Se for “DI” você tem que por duas vezes pra dizer que tá interagindo uma molécula com outra, se você por uma vez só, é uma molécula/

A1 - Uma molécula duplicada, ou seja?

P - Você não tá comparando elas, você não tá falando que tem mais de uma interagindo.

Episódio 43

P - Não é mais recomendado, antigamente existia o 2-pentanona, ai hoje se recomenda colocar no meio pentan-2-ona.

A1 - Pra você identificar aonde é que tá a ligação.

P - Nesse caso é o "ona"/ pra você saber onde é que tá o "ona".

A1 - O que significa ligação dupla, não é?

P - É o dupla "O". É uma função orgânica, "C" dupla "O".

A1 - Sim.

A2 - Professor? Vai mudar alguma coisa se eu começar por aqui ou por aqui? Da direta ou pela esquerda?

P - Não, de maneira nenhuma. Você tem a molécula solta né? Em três dimensões. O importante é estar no carbono "um" ou "dois".

A2 - É. Tá.

Episódio 44

A1 - Você está pensando em coisa muito/ espera/ não é o que tá ali na frente e/

A2 - Eu estava pensando assim essa daqui ela é polar, certo?

A1 - É, então, ai já tem duas polar, essa daqui/

A2 - É, então, mas assa daqui seria mais polar do que essa daqui não é? É essa aqui faz ligação de hidrogênio por causa dessa hidroxila.

A3 - Não sei qual é o nome, mas eu sei que faz ligação de hidrogênio

A2 - A ligação de hidrogênio fica assim? É assim que faz a ligação de hidrogênio?

A1 - Não, a ligação de hidrogênio é o hidrogênio com flúor, nitrogênio ou oxigênio.

A3 - Como é o nome desse negócio?

A2 - Esse daqui?

A3 - É.

A1 - Pentan-1-ol.

A2 - [inaudível]

A1 - Ligação mais fácil ne? Que é apolar. Então a gente pode começar assim, começar explicando pela polaridade.

Episódio 45

A1 - O que precisa absorver mais energia é o pentan-1-ol, e/

A2 - Precisa pôr a ebulição/

A1 - É;; porque a sua temperatura de ebulição é maior e ela faz ponte de hidrogênio. Então absorve.

A3 - Absorve, é.

A4 - Ela possui maior ponto de ebulição por ser ponte de hidrogênio?

A2 - É uma ligação mais forte.

Episódio 46

A1 - Ah ele falou, é apolar. [inaudível]

A2 - Se é ligação de óxido eu acho que é polar.

A3 - Só que aqui nesse caso são tratamentos diferentes, porque aqui [pentan-2-ona] o oxigênio deve tá sozinho. Tem duas ligações no carbono, duas ligações no oxigênio, no outro caso [pentan-1-ol] já tem um carbono com oxigênio ligado ao hidrogênio e por isso que ele é polar.

A1 - Então, o primeiro [pentan-2-ona] teria uma ligação [com oxigênio], que é polar. Ele não teria nenhuma ligação, nem de oxigênio/ hidrogênio/ nem de hidrogênio. Mas o segundo é polar porque ele tem uma ligação de hidrogênio, mesmo sendo dupla, tem ligação de hidrogênio.

A3 - Teria que ser o oxigênio com hidrogênio.

A1 - O duro é que não dá para saber se é óxido/

A2 - É óxido/

A1 - Ou se é ligação de hidrogênio/

A2 - Não. É óxido [inaudível] de hidrogênio. Porque o oxigênio/

A1 - É hidrogênio A2/

A2 - Não, o carbono está ligado no oxigênio.

A1 - Não. Não entendi.

A2 - Só que o oxigênio não tá ligado no oxigênio. É só quando ele tá ligado no oxigênio, e ele tá ligado no carbono ali.

A1 - E os outros hidrogênios?

A3 - Eles ficaram ligados do outro lado, no carbono. Não tá ligado no oxigênio, porque o oxigênio só tem duas ligações e ele já tá com uma dupla ligação. Entendeu? Ele não pode passar de duas ligações.

A2 - Ó/

A1 - Hum/

A2 - O oxigênio só pode ter duas ligações. Ali tem hidrogênio [a aluna aponta para a fórmula estrutural do pentan-2-ona projetada na lousa digital] só que o hidrogênio tá ligado no carbono. Tipo lá no primeiro é "CH_3" no segundo "CH_2", lá no carbono, último tipo lá no/

A1 - No último carbono.

A2 - Isso.

A3 - Não/

A2 - Não, no segundo. Tá ligado no carbono/

A3 - Tem duas ligações.

A2 - O carbono tá ligado na dupla ligação do oxigênio/ oxigênio só pode ter duas ligações e ele já acabou as duas ligações, ele não pode ultrapassar, ali, a ligação que vai ter ali/ pode ter li/ tipo vai ser um;/ vai ficar;;/ "CH" tipo, porque já tem ó, três ligações no carbono, não tem quatro, vai ficar só seis.

A1 - Então, não tem nada a ver.

A2 - O oxigênio com hidrogênio é água

A3 - Isso me confunde, o oxigênio ligado ao hidrogênio,

A2 - Ele vai ficar assim.

A1 - Isso seria a ligação de hidrogênio você quer dizer? Não seria óxido?

A3 - Não, seria ligação de hidrogênio/ ligação de hidrogênio seria ali em baixo. ... Lá em cima não.

A1 - Ligação de hidrogênio então seria ali embaixo, certo?

A3 - Uhum. ...

A1 - A3, qual que é a principal interação intermolecular entre eles?

A3 - É;; dipolo induzido-dipolo permanente.

A1 - E você poderia me explicar isso daí?

A3 - Dipolo;/ dipolo induzido é apolar/ é polar e dipolo permanente é;/ não, dipolo/

A2 - Apolar/

A1 - É, eu já entendi.

A2 - Apolar é dipolo;/ tá ótimo então. Apolar é dipolo induzido.

Episódio 47

P - Ó, você vai aquecer ela, por quê? A hipótese é o porquê do que você está fazendo. Vocês podem usar [inaudível] as três soluções, elástico, gaze/ é material.

A1 - Eu nem seu como é que usa.

P - O termômetro? Você já usou termômetro para febre? Um que você coloca embaixo do braço?

A1 - É de mercúrio.

P - Aquele termômetro é um pouquinho diferente desse. O que a gente chama de termômetro clínico esse aqui é termômetro de laboratório. Qual que é a diferença? Aquele, quando você coloca debaixo do braço ele trava numa temperatura, se você tá à 37 graus você pode esperar meia hora [o professor faz o gesto de colocar o termômetro debaixo do braço e, logo após, tirá-lo] e olhar, vai estar lá os 37 graus. Esse aqui não tem essa trava, ele sobe e desce confirme está a temperatura/

A1 - Ah; sim.

P - Se eu pôr o dedo aqui ele sobe a temperatura na hora, mas ai se eu soltar ela volta a descer.

A1 - Mas ai é na ponta?

P - Ela mede aqui. Aqui dentro é a gaze de álcool/ esse, a gente vê o nível do álcool aqui, quando ele aquece ele dilata.

A1 - Ah entendi.

P - Quando ele aquece ele afasta um pouquinho as moléculas/ quando aquece, ele dilata e aumenta a temperatura.

A1 - Mas é só quando tá em contato?

P - Sim.

Episódio 48

P - Dipolo induzido-dipolo induzido é o mais fraco/

A2 - Ele tava marcando alguma coisa errada/

P - Tanto que foi descoberto há pouco tempo atrás.

A3 - Van der Waals é o mais fraco.

A1 - Ele tem uma facilidade de se desprender, não é?

P - É, eles interagem com/ veja ele não tem um dipolo negativo e um dipolo positivo. A única interação que eles têm é quando eles se chocam, forma na hora um dipolo mas eles/

A1 - [inaudível] em relação é apolar.

P - Isso, mas por que será que você pensava isso? Você lembra do/

A3 - Eu acho que eu troquei a ordem do ... a ordem do .../

P - É? Lembra do laboratório que a água formava um filete?

A3 - É. Apolar é/

P - O tipo de interação é mais forte. Você pôs lá uma régua negativa, a água sofreu um desvio enorme, é onde você percebeu/

A3 - Percebi.

P - [quando] a interação é mais fraca.

Episódio 49

P - Essa aqui é polar e essa apolar.

A3 - Sim.

P - Tranquilo? Todo hidrocarboneto é apolar e todo composto apolar é um dipolo induzido, ele não é um dipolo permanente, ele é um dipolo induzido. Então quando interage uma molécula desta com outra igual à ela, a gente chama a interação de dipolo induzido-dipolo induzido como a molécula também fica dipolo, ela é polar, a gente chama de dipolo permanente, e ai uma molécula polar com outra polar como é que é o nome?

A1 – Permanente-permanente.

A3 - Dipolo permanente ó, só tem um caso.

P - Só tem um caso desse dipolo permanente-dipolo permanente que é específico que é a ligação de hidrogênio. Que é quando tem esse oxigênio ligado à hidrogênio.

A3 - Quando tem "H" do outro lado que é específico, é que o/ como você falou/ é ligação de hidrogênio.

P - Isso, é ligação de hidrogênio.

A3 - Mas aqui também é dipolo permanente?

P - Tem também dipolo permanente, mas o tipo de interação predominante, o mais forte, é a ligação de hidrogênio.

A1 - Aqui é a mesma situação, por isso que ele é permanente-permanente. Que é mesmo [inaudível].

P - Seria dipolo permanente-dipolo permanente, mas é um dos três casos que a gente chama de ligação de hidrogênio. Que é uma interação mais forte ainda.

A3 - Então, além de ser dipolo permanente, também tem que ver que ela é uma ligação de hidrogênio?

P - Isso, quando você ver que é dipolo permanente, você tem que olhar na molécula e ver se não tem essa ligação, se não tiver é dipolo permanente e se tiver é ligação de hidrogênio.
A3 - A tah;;.
A1 - Então é dipolo permanente/
A3 - Dipolo permanente e tem ligação de hidrogênio.
A1 - Não, porque eles são polares então é permanente e permanente.
A3 - Isso. E tem ligação de hidrogênio, ... né?
A1 - No caso ligação de hidrogênio.

Episódio 50

A1 - Elas têm uma massa molar aproximada.
P - Elas têm uma massa molar parecida. O que vocês têm que ver é o que tem de diferente entre elas.
A2 - O ponto de ebulição.
P - Além do ponto de ebulição.
A3 - Polari/
A1 - A força das interações?
A3 - É a interação, porque uma é polar e a outra é apolar.
P - Se tá mudando o tipo de interação/ não é? E tá mudando o tipo da cadeia. Você já viu um caso desse parecido nas/ quando/ nas análises que você fez, não é? A explicação que você dava/ por que quando muda o tipo de interação, ela muda o ponto de ebulição? ...
P - Pega lá.
A2 - Porque;;/
A3 - Por causa da superfície de contato?
P - Qual dos casos aqui o tipo de interação/ qual desses três casos que vocês analisaram é semelhante ao experimento que vocês vão fazer?
A3 - Não é esse aqui ó? Que precisa mudar o ponto de ebulição?
P - Só muda mesmo o ponto de ebulição?
A3 - Não a interação.
A2 - É o tipo de;/ de/ como é mesmo esqueci o nome?
A3 - De interação?
A2 - Isso, de interação.
P - Como é que você fez para explicar que quando mudava o tipo de interação mudava o ponto de ebulição? Por quê?
A4 - Porque uma é mais fraca do que a outra.

P - Uma é mais fraca do que a outra. Você já viram na lousa. Ligação de hidrogênio é mais forte do que dipolo-dipolo, que é mais forte do que dipolo-dipolo induzido, que é mais forte do que dipolo induzido-dipolo induzido. Tá?

A2 - Uhum.

P - Beleza.

A3 - Eu só não entendi quando é dipolo; permanente com dipolo induzido.

P - É uma molécula polar com uma molécula apolar, por exemplo, ... água e óleo.

A3 - A tá.

P - Ou seja, é uma interação dipolo-dipolo induzido. ... Então, vamos pensar agora na/ eu também tô trabalhando/ eu pedi pra você/ olha lá a pergunta. ... Eu falei assim, ... você vai elaborar um experimento/ o objetivo é investigar a força das interações, vocês já sabem qual é a mais forte e qual é a mais fraca, mas eu quero que você prove isso pra mim experimentalmente, tá? ... Explorando os aspectos energéticos, o que eu quis dizer com "explorando os aspectos energéticos"?

A1 - É quando absorve e libera energia.

P - Quando absorve e quando libera energia. Em qual processo, qual fenômeno acaba ocorrendo esse/ essa troca de energia? Como absorção ou liberação?

A2 - Quando muda de estado.

P - Quando muda de estado físico, né? Do líquido pro gasoso, por exemplo. Fica a dica.

A3 - Ah;; entendi agora. Vamos tipo colocar esse que é uma/ parecido com acetona. No gás, é daí;; evapora [inaudível].

A2 - [inaudível] gás.

A1 - Mas os três vão [inaudível]

A3 - Então, mas eu acho que/ não sei se as três vão. Qual é o mais forte?

A2 - Esse.

A3 - Esse tá no meio. ...

A2 - Ah então não vai evaporar.

A3 - Eu acho que o hexano não vai.

A4 - Ele é o mais fraco, não é?

A2 - Eles não vão evaporar.

A1 - Eles não vão evaporar, porque pra evaporar/

A2 - Você precisa esquentar.

A1 - Você precisa de uma temperatura muito quente e a gente tá em temperatura ambiente.

A3 - Então, eu acho que depende da quantidade que colocar. Em temperatura ambiente vai evaporar sim.

A4 - Não, evaporar é evaporar, mas eu acho que vai demorar tipo um pouquinho mais do que o normal.

A1 - Porque pra ele começar a evaporar, o mais fraco, pra começar a evaporar ele precisa de 68 graus/ [temperatura de ebulição da substância] pra evaporar.
A3 - É.
A2 - Mas a gente tem que fazer o experimento.
A1 - Mas como que a gente vai fazer isso? [inaudível]
A3 - Mas se fizer isso e colocar uma quantidade pequena/ não sei.
A1 - Eu não sei como é que a gente vai fazer isso.
A3 - Eu acho que a gente pode enfiar o termômetro. [o A2 começa a esfregar o termômetro no cabelo, em referência ao experimento de polaridade molecular realizado na primeira aula]
A4 - Eu fiz isso daí na casa da minha tia e não deu certo. Por causa do racionamento de água.
A5 - [inaudível] colocar [inaudível] é mais positivo [inaudível] praticamente, então [inaudível] quando a gente fez ficou negativo, mas a gente não fez correto, pode ser um outro tipo de componente.
A4 - [inaudível] porque não é plástico. [inaudível]
A5 - A gente pode usar elementos.
A3 - Mas eu acho que não é a mesma/
A5 - [inaudível] é a mesma sim.
A1 - Não, eu acho que rola sim, porque se a gente fizer com um pente de plástico, por exemplo, ele fica;;/
A6 - Não, mas eu acho que não é isso que ele tá pedindo.
A1 - A tá.
A6 - É pra ver a/ eu relacionaria a evolução da energia, isso ai é pra ver se é negativo ou positivo, não é? Pra ver se tem atração.
A2 - Não, porque ele fala mais elétron do que [inaudível]/
A1 - Então o duro é que eles estão pedindo um experimento, então como que eu posso dar um jeito?
A3 - É, quanto mais eletro/ não/
A1 - Não, mas é porque/
A3 - Quanto mais eletronegativo;.
A4 - Então, mas ai que tá, como é que a gente pode explorar a energia se a gente não pode aquecer [inaudível]?
A3 - É, não sei.
A6 - Eu não sei gente.
A4 - Será que pode usar esse aqui?
A2 - Eu acho que não.
A6 - E isso aqui? Não tem um/

A3 - E o elástico gente?

A6 - Não tem uma utilidade.

A3 - O elástico tem algum motivo.

A1 - Saber/ será que dá pra usar o elástico [inaudível] perde da/

A4 - Eu acho que o básico dos líquidos é o termômetro.

A6 - Gente, tem alguma coisa gente. ...

A4 - [inaudível] pegar um pedaço é mais fácil.

A3 - Será que não é mesmo pra gente ver que/ tipo/ [os alunos começam a esfregar a mão com gaze no meio, na tentativa de esquentá-la]

A3 - Fica mais alto [a temperatura]? Esquenta mais aqui. Ai enrola/ ...

A6 - Então, você consegue fazer isso junto com a base [do termômetro]? Esquentar ela? Então, porque a gente poderia medir na temperatura ambiente, molhar ela na gaze aquecida/ ...

A4 - Já dá pra medir.

A3 - Já entendi o que você tá falando. Depois colocar no termômetro pra ver né?

A6 - É.

A3 - Ai a gente/

A1 - Pra ver o que em?

A3 - [inaudível] nada, pra ver se é temperatura ambiente. Sei lá, esqueci. [Os alunos continuam tentando aquecer a gaze] ...

A3 - Não acontece nada.

A6 - Tem um contato com a sua mão.

A3 - É, vai ser o calor da sua mão/

A6 - Da sua mão. ...

A2 - Por que que tá a gaze junto?

A3 - A gente vai abrir isso daqui com a gaze depois de dar/ é muito difícil explicar/

A1 - E se a gente ficar assoprando/ que sai ar quente.

A3 - É ficar bafejando.

A2 - É, a gente vai colocar o negócio aqui e a gente vai ficar aqui assim ó [o aluno fica balançando o termômetro no ar].

A1 - Não, faz antes. Só que a gente [inaudível].

A2 - Vamos fazer esse negócio aqui.

A1 - Não vá quebrar.

A3 - O duro é que a gente não pode usar o celular.

Episódio 51

A1 - Usando o elástico eu não sei, mas por exemplo. O hexano não tem o/ não é o mais volátil? Ele não tem o/ a;/ ele não precisa de menos energia? Por exemplo, se a gente molhar;/ [o aluno se precipita e vai colocando o termômetro dentro da substância] que coisa/ não molha, ele pediu pra esperar. Lembra que a gente só pode fazer com/ quer dizer/ pode pegar a temperatura. Mas assim, se a gente molhar cada algodãozinho numa coisa dessa, esse algodão, tipo é;; vai alcançar a temperatura de 68 muito mais rápido, vai ficar seco muito mais rápido, mas/

A2 - Isso cabeção.

A1 - Vai evaporar muito mais rápido.

A2 - Não, é verdade.

A1 - Esse daqui vai ficar molhado por muito mais tempo, porque até, tipo, alcançar a temperatura de ebulição dele ele não vai alcançar, porque o negócio vai chegar na temperatura de 68 graus, mas como ele tem ligação mais forte, até tudo se desprender e evaporar, vai demorar mais tempo.

A2 - Mas é a mesma coisa que ele falou, mas em vez de ser na mesa vai ser na gaze/ e se a gaze/

A1 - Sim é/

A2 - Mas a gaze é mais rápido/ por isso que ele deu três, aqui ó.

A1 - Ele tinha dado três, exatamente. Só que eu não sei aonde que eu encaixaria o termômetro nisso, entendeu?

A3 - É então.

A1 - E isso não seria uma coisa prática, de momento, seria uma coisa depois, mas eu acho que a gente pode pensar.

A4 - Não sei se vocês perceberam, a gente falou assim, vamos fazer um experimento, mas não paramos para ler com atenção o enunciado.

A1 - Não, eu li, eu li;.

A3 - Eu li o enunciado.

A1 - Só que eu não sei como provar isso aqui. Isso daqui é aquilo que a gente colocou aqui, só que tem que saber provar aquilo experimentalmente. ...

A1 - O que tem mais energia, ele; ... ó, por exemplo, a gente não falou que esse daqui absorve mais energia para coisar [evaporar]? Então ele absorve mais energia do que hexano. Então o hexano tem menos energia que esse daqui. Esse daqui no caso é o pentan-1-ol, não é?

A2 - Pra vocês verem, esse daqui, que pode ser uma justificativa, é mais ou menos o que a gente vai ter que usar, ela deverá ficar eletrizada, como as moléculas de água são polares, elas deverão se aproximar da régua.

A1 - Mas isso foi no outro experimento, ele tá/ isso foi um exemplo entendeu?

A2 - Entendi.

A3 - Então por exemplo, se for fazer isso, você vai colocar é;; rodeando a gaze com o pentanol, ai vai acontecer isso.

A1 - É;, só que tipo, tem que fazer isso que eu falei, poderia até ser, só que não é a questão do momento, entendeu? Não tem como provar isso na hora, porque demora um tempo para [inaudível].

A2 - Verdade, vai demorar.

A3 - A gente tem que fazer alguma coisa com esse negócio aqui [falou o estudante segurando o termômetro].

A1 - Exatamente, e gente não pode esquecer que ainda tem o elástico. Se ele dá o elástico é para usar.

A2 - Aqui, você faz assim ó. Você coloca aqui e amarra com o elástico assim.

A1 - É que tipo, pode ter alguma/ o que acontece/ o elástico pode usar entendeu?

A2 - Não só digo de brincadeira pra zoar, você amarra com o elástico e deixa molhado. Porque é aqui embaixo [bulbo do termômetro] que é o ponto de ebulição do termômetro, né? Se colocar aqui em cima não vai dar em nada, tem que colocar aqui embaixo. Porque ó/ é/ isso na boa, vamos tirar o elástico pra ver se dá firmeza pra isso daqui. ...

A1 - Tá, então a gente faz isso. A gente pega, molha o negócio [substância] aqui e põe.

Episódio 52

A1 - O termômetro vai medir a temperatura, ai a gaze, no mínimo, ela vai ter que ser úmida né? O elástico é para prender alguma coisa. Ai, a gente pensou em molhar a gaze, prender aqui embaixo e ver que temperatura atinge. Talvez ela chegue a um nível porque ela tá absorvendo energia, depois ele começa a decair que é liberar energia.

A2 - HÃM? Essa parte a gente não discutiu.

A3 - Eu penso assim, se você colocar ela do jeito que ela tá não vai dar e nada, mas se você esquentar, a gente vai ver o quanto de energia ela absorve e o quanto ela sobe. Ai você arruma para a outra.

A2 - É tipo se ela absorver/ quanto é;/ por exemplo, essa daqui absorveria mais energia se a gente esquentar o negócio.

A1 - Esquentar com a mão?

P - Esquentar o termômetro, ai você coloca a substância lá, é isso?

A2 - Ó, vê se é isso que você quis dizer.

P - Você quer esquentar o termômetro, molhar a substância e prender ela no termômetro?

A3 - Não eu pensei em molhar o elástico ou isso, prender no termômetro e esquentar. Já no termômetro.

P - Mas ai você ia entrar muito em contato com a substância, é perigoso.

A1 - Tipo, esquentar o termômetro primeiro, ai colocava/ pra ver como que o termômetro ia reagir, se ele ia baixar um pouquinho mais ou se ia demorar.

P - Vamos pensar assim, a temperatura do termômetro vai diminuir ou vai aumentar? Quando você pôr a substância aqui?

A2 - Vai diminuir, porque absorve energia não?

P - [inaudível] vai diminuir. Vamos tentar entrar num consenso. Por que você acha que vai diminuir?

A2 - Porque;/ por exemplo o hexano ele;/ a não sei te explicar.

A4 - Eu acho que vai diminuir porque a substância vai absorver energia para evaporar.

A2 - É, exatamente.

A4 - E o termômetro já vai tá na temperatura ambiente.

A2 - É exatamente, uma substância vai absorver mais e outra vai absorver menos.

P - Por que que ela absorve a energia?

A4 - Pra evaporar.

P - Pra evaporar, para mudar de estado, né?

A2 - Ai, por exemplo, a;; essa daqui, quanto mais forte fosse, mais ela absorveria a energia.

P - Porque ela vai absorver energia.

A2 - A então vai diminuir a temperatura.

P - Diminui. Gente olha, olha o que ela tá falando. Ela tá falando olha/ essa substância, por que você escolheu ela?

A2 - Essa daqui?

P - É.

A2 - Porque ela é a que mais precisa de energia para evaporar.

P - Vocês concordam com ela? Ela precisa de mais energia para evaporar? Então ela vai diminuir mais a temperatura do termômetro? Foi o que você falou?

A2 - Ela é a que absorve e que precisa de mais energia.

P - Essa é a hipótese de vocês, tá? Quanto à técnica, vamos pensar em algumas coisas. Tem energia na sala?

A3 - Tem.

P - Tem energia no termômetro?

A3 - Sim.

P - Já tem.

A2 - Eu coloquei que também [inaudível]

P - Será que precisa esquentar o termômetro pra fazer o experimento?

A3 - Hum;;

P - Então, repensem isso. Ah; quanto aos aparelhos, eu vi que vocês estão meio perdidos ai né? O elástico é para prender a gaze no termômetro.

A3 - Ah, entendi.

P - Tá, então vai lá. Manda ver. Mas antes de fazer coloca a ação e as hipóteses ai no roteiro.

A3 - Tá, deixa eu organizar o meu pensamento. A ação seria o que? A gente coloca a gaze, no negócio, e prende ela ao termômetro.

A1 - Eu acho melhor primeiro prender a gaze e depois já molhar.

A3 - Pode ser. Pode ser. Ai a gente prende cada uma em um termômetro. Não sei se cada um tem três termômetros.

A2 - A gente tem três porque a gente tinha três grupos.

A3 - Pois é. Por exemplo, a gente prendeu; esse daqui. Ele absorve mais energia então a temperatura desse deveria diminuir mais rápido do que esse aqui, é;; precisa de menos energia então ele vai absorver menos.

A2 - Bem menos.

A3 - Então vai diminuir menos a temperatura/

A1 - Eu acho que a gente pode fazer em ordem crescente. Tipo o hexano, o penta e o pentanol.

A4 - E até é mais interessante a gente usar com a temperatura aqui, pra ver a temperatura limite que vai precisar.

Episódio 53

A1 - Tá, então ó, a nossa ação vai ser, prender a gaze ai no termômetro/

A2 - E molhar/

A1 - Molhar a gaze no pentanol.

A2 - Certo, e;;, é;/

A1 - Ai, aqui, o pentanol vai absorver energia do termômetro/

A3 - E a temperatura vai diminuir mais rápido do que o hexano/

A1 - Todas vão absorver energia.

A3 - É.

A1 - Só o que mais vai absorver energia vai ser o pentanol.

A3 - É./

A2 - Não.

A3 - Porque ele tem uma interação mais forte ele absorve mais energia.

A1 - Ele usou outro conceito/

A2 - Eu acho que eu entendi agora.

Episódio 54

A4 - Prender a gaze com o elástico no termômetro.

A1 - É, prender a gaze com o elástico no termômetro.

A2 - Com o elástico, prender a gaze no termômetro.

A1 - Ai gente, que absurdo.

A6 - Eu coloquei prender a gaze com o elástico, tanto faz.

A5 - Eu coloquei prender a gaze no termômetro.

A4 - Eu também coloquei.

A1 - Mas tem que colocar que vai usar o elástico gente.

A5 - Vai ter que prender a gaze no termômetro com o elástico/

A1 - Com o elástico.

A4 - E qual é a hipótese pra gente prender a gaze no elástico?

A1 - E como é que é? E afunda e ai;;/

A2 - Mergulhar a substância/

A1 - Mergulhar.

A4 - Esse é o passo dois/

A6 - Esse é o passo dois/

A1 - Calma ai gente. É um passo só assim, não?

A4 - É que tem que dividir que nem ele fez em cima.

A1 - Sim, mas tipo, tá/

A6 - Essa parte é a um.

A1 - Tá, mas [por] exemplo, o primeiro passo/ prender no elástico não vai fazer nada entendeu? O primeiro um dele aqui é o quê? [a aluna se refere ao exemplo dado no roteiro] ele coisou [esfregou] a flanela e o quê? Já deixa ela eletrizada, se você colocar o um, prender e já molhar quer dizer o quê? Então qual a hipótese do um? O termômetro vai entrar em contato com a reação.

A3 - Faz sentido.

A1 - É então, entendeu? Porque só você prender lá não vem nada. Não faz sentido?

A2 - Primeiro passo, prender a gaze no termômetro com o elástico/

A1 - E mergulhar, porque assim/

A2 - Ai segundo/

A1 - Porque eu quero dizer assim, a primeira parte já deveria ter uma hipótese, só prender não tem hipótese nenhuma, entendeu?

A2 - Eu vou colocar um passo um e um passo dois.

A1 - Não. Isso é um passo só, porque aqui ó. Ele [professor] colocou aqui. Tem que ser na outra flanela/ hipótese [inaudível] ela fica eletrizada/

A6 - E se você colocar só uma, prender a gaze com o elástico, qual a hipótese para isso? Você não vai ter nada, mas se você colocar: prendê-la e mergulhar/

A1 - Então é prender a gaze;/

A4 - O termômetro entrar em contato com a substância, ai o dois, ai vai coisando entendeu?/

A3 - Molhar a gaze com o pentanol.

A1 - É eu coloquei prender a gaze com o elástico no termômetro, e mergulhá-lo na substância.

A5 - Mas qual substância? Tem que especificar.

A1 - Então, a gente vai falando, por exemplo no dois, se a subs/ é/ de acordo com a substância, será mais energética. Eu não sei qual a gente vai usar. Uma por uma?

A6 - Acho mais fácil a gente/

A2 - Colocar o/

A1 - Mas você viu, aqui é um por um/

A5 - Mas eu acho que/ é;; tem reações diferentes. Porque não tem como, por exemplo/

A2 - Eu acho que tem o passo até de abrir/

A4 - Porque assim ó, prender a gaze/

A2 - Então, aqui na hora que abre, o hexano/

A4 - Com o elástico no termômetro, ai depois eu boto quanto que faz o resultado para cada substância, eu repito esse passo para cada substância.

A6 - Tipo assim, três vezes.

A4 - Não tipo, porque eu vou fazer primeiro com o hexano, ai depois eu vou fazer com outro e depois com outro. Eu posso colocar que vou fazer isso para cada substância.

A1 - Sim;;/ ai tipo/ acho que sim. A gente vai ter que fazer com os três. A gente faz com os três/ ai para cada substância, ai coloca um dois.

A6 - É;; repete-se o processo só que com outras substâncias.

A2 - Ó aqui na ação tá primeiro com o/ na água e depois com o tetracloreto [fazendo referência ao exemplo de procedimento experimental dado no roteiro].

A5 - Então; então vamos fazer assim, é; prender a gaze [inaudível] e molhar com o pentanol, por exemplo, ai a gente vai escrever a nossa hipótese. Ai no dois a gente escreve: repetir o processo com/

A1 e A5 - O hexano/

A1 - Eu coloco assim: prender a gaze com o elástico no termômetro e mergulhá-las em cada substância. Qual a hipótese disto? que o termômetro entrará em contato com a substância e; ... [inaudível]. Ai o dois: observar a;/ qual a temperatura do termômetro vai se comportar.

A4 - No último passo você coloca repetir com todos os outros.

A1 - Tem que colocar que vai repetir pra todos.

A6 - Não, já pode colocar ai.

A1 - Vai mergulhar em cada substância separadamente.

A6 - Isso, isso/ isso.

A1 - Cada vez;;

A5 - Ai no dois você já vai especificar qual substância você vai fazendo isso. Porque se não, uma hora a gente vai ter que falar qual a substância.

A6 – É, entendeu? Tem que falar qual é a substância.

A1 - Não, mas eu quero dizer assim/ o que eu quero dizer/ porque assim/ a; regra não precisa ser necessariamente só pra essas, a regra deveria ser para qualquer substância, qualquer substância que a gente molhasse e fosse comparar com as temperaturas, a que absorvesse mais energia, diminuindo a temperatura do termômetro, é a que tem a maior energia/ que tem a interação mais forte, entendeu o que eu quero dizer?

A5 - Sim, entendi, mas/

A1 - Que não precisa colocar/

A5 - Se for comparar/

A1 - Isso. Não precisa colocar no hexano. Coloca cada substância para comparação.

A4 - Não, então, eu acho que exatamente/

A1 - Isso que eu quis dizer entendeu? Porque é uma regra geral, não é só pra esses três.

A2 - Sim, mas ai como você vai/

A1 - Ai o resultado dessa coisa que muda o resultado a gente coloca: o pentanol é;/ entendeu? Aqui é uma coisa genérica, não precisa colocar o nome de cada um. Porque aqui é só a hipótese, não é resultado. Ai no resultado a gente falaria: o hexano ao ser colocado no termômetro, mais ou menos, o pentanol/ entendeu? A tá, entendi. Então a gente poderia colocar. Prender a gaze com o elástico no termômetro/ mergulhá-las separadamente/

A6 - Cada substância?

A1 - Cada substância. ...

A4 - [inaudível]

A1 - Não, mas tá ficando duplo sentido isso né? Eu escrevendo tá ficando duplo sentido. É pode ser, vamos fazer cada um e chegar no três e fazer: repetir com as outras substâncias. É melhor mesmo.

Episódio 55

A2 - A gente vai fazer das duas formas, a gente vai fazer/ aquecer primeiro a gaze com a temperatura corpórea, pra depois colocar no líquido e colocar o líquido na gaze pra depois aquecer.

A1 - [inaudível] com a mão.

A2 - Isso.

P - Isso não é legal porque você fica em contato com a substância por muito tempo. Por que precisa aquecer? ...

A2 - A gente não sabe.

A4 - É uma hipótese. Porque a gente quer brincar com fogo.

P - Tá, me explica por que tem que aumentar a temperatura antes.

A3 - A sim. Não então pra ver que/ ele fica assim/ tem alguma relação da, da;/

A1 - Temperatura/

A3 - Evaporação gradual/ ... não sei nem que palavras.

A5 - Tem a questão da humidade [inaudível] se depois de três minutos.

P - Ham.

A5 - Tem essa relação, se a gaze de um estaria mais húmido que a gaze de outa/ que a gaze de outra vai tá superior/

A2 - Claro que a gente/

P - Você vai verificar a humidade?

A5 - Isso.

P - Mas ai não precisa aquecer.

A5 - É.

P - Você não precisa do termômetro. Você não tá explorando os aspectos energéticos também.

A5 - Hum.

P - Eu pedi no aspecto energético, por isso eu estou dando o termômetro.

A4 - Mas pra medir a energia não precisa aquecer? Pra saber que;/

P - Então, se vai aquecer/ se vai aquecer tem que ter um porquê, por que vai aquecer?

A4 - Pra gente observar a energia.

P - Observar o quê?

A4 - Energia

A5 - Pra evaporar precisa absorver uma porção de reação.

P - Absorve energia?

A1 - Pra saber qual que absorve mais energia. Ou libera.

P - Ela absorve energia quando? Ali ela tá absorvendo energia?

A3 - Agora não.

A2 - Não porque ela tá no estado líquido e não tá passando pro gasoso.

P - Ah ela vai absorver quando passar do líquido pro gasoso?

A5 - É, a partir do momento que você aquecer ela [inaudível].

A3 - [inaudível] na mesma temperatura.

A4 - Mas vai absorver mais energia;

A1 - É, ela tá em temperatura ambiente.

P - Quando você molhar aqui e deixar exposto à atmosfera, o que que vai acontecer com a gaze molhada? Com a moléculas, o que que vai acontecer?

A3 - Mesmo que não atinja a temperatura de ebulição as moléculas evaporam.

P - Essa é uma transformação física?

A2 - É.

P - Sim? Qual delas deverá evaporar mais rápido?

A3 - O hexano, porque a temperatura de ebulição dele é mais próxima da temperatura ambiente.

P - O hexano, porque ele é mais volátil. A interação intermolecular dele é mais fraca. Qual deles vai absorver mais energia para evaporar?

A2 - O pentan-1-ol.

A3 - Esse aqui.

P - Esse aqui. Sim? Como é que você faz para medir a energia que ele vai absorver, tendo termômetro, gaze e elástico? ... Lembrando que ele vai absorver essa energia quando ele evaporar, sim?

A5 - Sim. Então no caso as substância que estão ali, então é;/

A3 - Se a gente agitar o termômetro com a gaze, molhar e esperar o efeito, retirar e analisar o efeito da temperatura nessa ebulição que ele faria no ambiente, fora desse [recipiente] fechado.

P - Você vai molhar a gaze, [inaudível].

A5 - Para prender no termômetro.

P - Para prender no termômetro?

A1 e A5 - É, isso.

P - Aí você vê a variação de temperatura?

A3 - Isso, existiria uma hora e que a variação de temperatura, a menos que/ somente retirando ele desse recipiente fechado.

P - Beleza, ótima ação, agora vamos para as hipóteses. Qual delas [as substâncias] vai abaixar mais a temperatura?

A2 - Hexano?

P - Hexano, por quê?

A3 - Porque é mais volátil.

P - Ele evapora mais rápido?

A3 - É.

P - Tá. Pode fazer, mas coloca a ação aqui e depois a hipótese.

Episódio 56

A2 - /em relação à temperatura ambiente.

A1 - Ah mas não diminuiu, a gente vai marcar, tipo assim. Então coloca sei lá, ação, a agente já sabe que a temperatura ambiente/ tipo, observar se a temperatura subiu ou diminuiu, e o ponto. Eu acho assim.
A2 - [inaudível] se essas substâncias leve[m] com que o termômetro [vá] à zero.
A5 - Observar alterações na temperatura do/ do/ do; do termômetro e maiores do [inaudível]
A1 - Só pra saber se a temperatura aumentou ou diminuiu/
A3 - Observar possíveis alterações né? Porque pode acontecer ou não. Igual na experiência que a gente fez aqui da régua com a água.
A4 - A sim.
A3 - Na água, vai acontecer porque foi visível, agora na outra substância não foi tão visível/ então observar possíveis alterações.
A1 - Alterações na temperatura e a quantidade?
A3 - Isso. ...
A3 - Há troca de energia.
A1 - Ham?
A3 - Há troca de energia, não há troca de temperatura.
A1 - Não, observar as alterações/ essas alterações são da temperatura, o que vai ver aqui é a mudança de temperatura.

Episódio 57

A1 - Ai vamos ai então/ vamos colocar é;;/
A2 - Ocorrerá o aumento ou diminuição da temperatura/
A1 - Não, na hipótese tem que explicar o que vai acontecer.
A2 - Então ocorrerá/
A4 - Ocorrerá alteração.
A1 - Mas por quê?
A2 - Pra mais ou pra menos/
A1 - Eu acho que a gente deveria colocar/
A2 - Essa é a nossa hipótese, vai aumentar pra mais ou pra menos/
A1 - É, exatamente. Aqui porque/ então a;/ a hipótese é: a temperatura irá diminuir/
A2 - Ou aumentar/
A4 - Do termômetro.
A1 - Sim, a temperatura do termômetro.
A4 - Do termômetro.
A1 - Porque é o termômetro que a gente tá observando.
A2 - [inaudível] medição/

A1 - A temperatura irá diminuir pois a substância irá absorver energia. Porque essa já é a nossa hipótese, o que vai acontecer com as coisas/

A4 - Então, mas será que vai/ será que a gente tem que fazer;/ a gente vai observar essa diminuição pra/

A2 - A terceira ação é colocar/ repetir o processo com as outras substâncias.

A1 - É.

A4 - E que a gente pode usar o próprio meio/

A2 - Da hipótese, observar o que vai acontecer.

A4 - É, porque para cada substância um ponto de ebulição diferente/

A1 - Então podia colocar assim ó, tipo a hipótese deveria/ de uma forma que não escrevesse tanto. É, a temperatura iria diminuir já que as substâncias absorvem energia e comparando a;/ as substâncias absorvem energia/ e quanto maior a absorção de energia/ quanto mais a temperatura diminuir, mais ela absorve, é;;/

A5 - Quanto mais alteração.

A1 - É que tipo tem que esperar isso daqui. É;;/

A2 - Então ó, assim, uma informação que eu acho relevante é: a substância, ela absorve energia, desde que;, o/ ela absorva energia de algo que tenha mais energia que ela. Ela não vai absorver energia de um gelo, entendeu?

A1 - Sim; mas é o ambiente aqui da sala.

A2 - Então, mas a questão é: será que ela tá mais fria do que o ambiente?

A1 - Não, considerando que tá em;/

A5 - Tem que ter critério.

A1 - Em/ que está em temperatura ambiente.

A2 - As duas?

A1 - Tudo, tudo tá em temperatura ambiente.

A4 - É porque vai ter que;/

A2 - É, vai ter o equilíbrio, por isso que eu tô falando. Ela absorve energia se quem fornece tem a mais do que ela. Se ó, um exemplo, eu vou absorver de você algo que você tenha a mesma [inaudível].

A4 - Não, mas se você pensar, tipo o termômetro tá medindo a; temperatura/ eles também não;;/ são coisas diferentes se ele absorver energia a gente vai observar [inaudível].

A2 - Isso então/

A1 - Mas exemplo, pensa comigo/

A2 - Isso que vamos analisar, mas antes da gente analisar a gente tem que colocar na hipótese.

A1 - Colocar o quê? Exatamente o que você quer dizer?

A2 - Que vai absorver ou/

A1 - Espera eu falar, por exemplo, a gente tá aqui no mesmo lugar certo? Mas se a agente coloca [a aluna segura o bulbo do termômetro com a mão] aqui ele absorve energia da gente. Mas a gente tá no mesmo lugar. Mas o [inaudível]/ lembra que ele falou, vai ocorrer reação, entendeu? Então a gente tá aqui, tá segurando aqui, ele vai absorver energia de mim, ele que vai absorver por quê? Porque a temperatura tá mudando. Então o que vai acontecer com o outro? Vai acontecer reação. Se ele tem uma tendência à absorver, porque ele quer evaporar, porque ele tá no [inaudível], ele não vai absorver entendeu? Acho que de qualquer forma. Ai vai, por que o que absorve mais, vai ser mais rápido e o que absorve menos/ você vai mais devagar ou a mudança vai ser menor?

A5 - Porque por exemplo, o quanto diminuiu, é porque chegou no equilíbrio, por exemplo, quando a gente tá com o termômetro a gente chega à 37 graus é porque é a temperatura do nosso corpo, então o termômetro está em equilíbrio com a temperatura do nosso corpo, então, eu queria que partir daí, a gente precisa visualizar isso, vai ser o ponto de equilíbrio dele, da energia do produto/

A1 - Eu acho que/ não sei, eu acho que isso não deveria ser colocado em conta.

Episódio 58

A2 - Eu acho que tá muito genérico. Por exemplo, no exemplo que ele deu pra gente ele explicou tipo tudo, entendeu? Na hipótese dele estão todos os conceitos explicados.

A3 - Ah mas ele é o professor né?

A2 - Ah, mas mesmo assim.

A5 - Na hipótese do três eu coloquei: devido às diferentes características de uma substância para a outra, a gente tem que observar as alterações dos resultados.

A1 - Perfeito.

A2 - O que que você falou, desculpa?

A4 - Devido as diferentes características de uma substância para a outra, é preciso observar as alterações dos resultados. Na hipótese do três.

A2 - Tá mas isso ai é uma ação, não é a hipótese, a gente quer/ de acordo/ se a temperatura subir mais/ a gente vai/ é provado pelo o quê, entendeu?

A4 - Então, mas explicando porque a gente vai repetir o procedimento, entendeu?

A3 - Ai qual desse terceiro passo que é devido às diferentes características das substâncias?/

A2 - Então, mas quais são as diferentes características? Pra mim a hipótese não é só tipo porque que a gente tá vendo isso, é o conceito atrás disso/

A4 - Não então, as diferentes características como [inaudível]

A3 - A gente já colocou na questão anterior.

A4 - É, sim.

A2 - Mas a questão anterior não tem a ver com isso daqui, é isso daqui que ele vai olhar, é esse experimento.

A5 - Na, então, na ação vai repetir o mesmo procedimento com as mesmas substâncias, ai na hipótese: observar alterações de temperatura para cada substância identificando qual que tem maior absorção de energia.

A2 - Ó, você vê que já é uma coisa mais explicada?

Episódio 59

A1 - Mas tipo, a gente não pode deixar um cinco minutos, outro sete e outro dois e outro um.

A2 - Não, a gente coloca/

A3 - A gente coloca um tempo padrão/

A2 – É, tipo 30 segundos.

A3 - A gente faz os três termômetros ao mesmo tempo/

A1 - Não gente, mas é só a gente que tem três termômetros.

A4 - A gente tem que fazer nas condições de um termômetro, que é o que todo mundo tem.

A3 - Ah então não precisa fazer com os três.

A2 - Então, vai, pega a gaze, troca e/

A1 - Sim, sim, mas quanto tempo?

A2 - 30 segundos.

A1 - Não, tem que ser mais tempo, 30 segundos não dá pra nada.

A2 - Um minuto? Dois?

A1 - Cinco, no mínimo.

A2 - Dois minutos/

A1 - Cinco no mínimo.

Episódio 60

A1 - Vai usar só os três?

A2 - Não.

A3 - E outra coisa, a gente deveria anotar a temperatura inicial, realmente, eu acho que deveria anotar a temperatura inicial. ...

A4 - É a temperatura ambiente.

A1 - Mas os três termômetros estão na mesma temperatura mesmo estando em temperatura ambiente?

A2 - 25.

A1 - 23.

A2 - É, o meu.

A5 - 26.

A3 - Então, eu acho que é melhor colocar para anotar a temperatura inicial.

A5 - A gente coloca quanto que reduziu né? Tipo coloca a temperatura aproximada de 25/

A3 - Não, é pra ver o quanto reduziu, tá certo.

A1 - Mas ai, tem que colocar tipo/ ...

A3 - Então, usa os três termômetros gente, pelo amor de Deus. Gente mas todo mundo fez isso.

A2 - Não, é o mesmo, mas a questão é que a gente tem um termômetro pra tudo, esse tá 25, esse tá 26/

A3 - Tá bom, tá bom.

A4 - Ah verdade, tem temperaturas diferentes.

A2 - 26, 24 e 23, então usa um termômetro com a temperatura embelecida, eu acho melhor, uma temperatura aproximada de 24.

A1 - Não, não, calma. A gente tem que olhar a temperatura de cada um, ai a gente colocaria em ação, um exemplo, a gente vê, esse daqui começou com 23/

A2 - 24.

A1 - 24, então tem que ver quanto aumentou e diminuiu.

A3 - Tá, você quer colocar isso aonde?

A2 - Temperatura inicial;

A1 - Isso.

A2 - 24 graus.

A3 - Coloca na conclusão.

A2 - É, coloca na conclusão;

A3 - O pentanol é;/ temperatura inicial de 25 graus.

A2 - Aqui ó, [inaudível] são três, repetir o mesmo procedimento com cada substância na temperatura inicial de 24 graus, o que você acha?

A1 - Não, mas nem todas vão estar em 24 a gente tem que ver a temperatura/

A2 - Não, não vai usar um só?

A1 - Ai Jesus. Ó/

P - Como é que tá ai a discussão?

A2 - Pode usar um ou pode usar os três termômetros?

P - Pode usar os três, mas cada um pode estar numa temperatura inicial/

A1 - É isso ai que eu estou falando.

A2 - Por isso que eu estou falando coloca ai no passo três já com 24 graus Celsius.

A1 - Não;; porque cada uma vai tá/

P - Alguma dica de como resolver isso [o professor se dirige ao A4]. O que você ia falar?

A4 - A gente pode colocar o quanto que diminuiu/

A1 - A variação é/

P - A variação só?

A4 - É, a variação/

A1 - A variação, é isso que eu estou falando/

A4 - No período de tempo que a gente estipulou.

P - Vocês vão estipular um tempo, é isso?

A1 e A4 - É.

A3 - Quatro minutos.

P - Tá bom, pode fazer.

Episódio 61

A2 - Pois é, as coisas são diferentes. A gente achou que esse é o que mais iria despencar/

A1 - É meu

A6 - Precisa fazer uma pequena física aqui.

A2 - E na realidade o que mais caiu foi esse.

A6 - Coloca dessa turma/

A1 - Sabe o que que eu lembrei agora? A gente não colocou aqui o que a gente achou que ia absorber e o que ia diminuir mais a temperatura.

A5 - Mas isso a gente coloca na conclusão.

A1 - Não, mas a nossa hipótese/ a gente tinha que saber qual que vinha antes/

A4 - Não, mas hipótese é uma hipótese, a gente não tem certeza na hipótese.

A1 - Mas a gente tinha que ter uma hipótese.

A3 - A hipótese foi: observar a variação de temperatura.

A1 - Sim mas a gente tinha que decidir qual ia absorver mais e diminuir mais.

A4 - Agora na conclusão você escreve.

A1 - Não mas ela/ [o professor se aproxima a A1 dirige-se à ele]. A gente não tinha colocado qual a gente achou que ia diminuir mais a temperatura. ... Na hipótese.

P - Na hipótese sim.

A1 - Tá vendo, a gente tinha que ter colocado/

A2 - Ó mas aqui já tem um/

A1 - A gente achou que aquele ali [a aluna aponta para o pentan-1-ol] ia diminuir a temperatura mais não era? Ele [inaudível] e a gente não colocou isso.

A2 - Mas no passo três a gente colocou: observar alteração de temperatura com cada substância identificando qual tem maior absorção de energia.

A1 - Então, mas a gente tinha que colocar qual a gente achava que ia absorver mais energia/

P - Mas qual que vocês achavam que ia absorver mais?

A1 - A gente não achava que era aquela ali, porque ela absorvia mais/

A2 - Então vamos ter que mudar o passo três.

A1 - É só escrever.

Episódio 62

A2 - É o oposto do que a gente imaginava, o que menos absorve energia foi o que mais absorveu do termômetro.

A1 - Não gente, mas sabe o que eu pensei agora? Não quer dizer que ele absorve menos energia, quer dizer que ele precisa de menos energia para evaporar, não quer dizer que ele absorve mais. A gente estava pensando errado.

A2 - Quer ver ó, presta atenção [o aluno se prepara para derramar um pouco de hexano na mesa].

A3 - Coloca ai na mesa.

A2 - Não, olha aqui ó. A tampa vai sair toda molhada. Olha.

A1 - Porque ela evapora muito mais rápido.

A3 - OLHA ISSO!

A6 - Magia negra! [A A6 filma e diz que vai publicar em redes sociais]

A1 - Então tipo, ele precisa de menos energia para evaporar, mas não quer dizer que ele absorve menos energia. A gente pensou assim.

A4 - Ah, então como que é mesmo?

A1 - Ele precisa de menos energia para evaporar, só que ele absorve mais. Ele precisa de menos energia para evaporar.

A4 – Por que o ponto de ebulição dele é menor?

A1 - Sim, mas ele absorve mais energia do que/ o que precisa de mais energia para evaporar.

A3 - Porque ele é menor, entendeu? Como é menor/

A1 - Como ele precisa de menos energia/ só que ele evapora mais rápido.

A4 - Ah;; entendi.

A1 - Ele precisa de menos energia/ ele precisa de menos energia só que ele absorve rápido/ evapora rápido. O outro precisa de muito mais energia/

A5 - Então demora mais.

A4 - Ah; sim.

A6 - Que lindo gente!

A1 - Vamos fazer a conclusão gente! [o A2 coloca mais um pouco de hexano na mesa para ver ele evaporar rapidamente]

A2 - Bateu até a vontade de fazer química agora.

A5 - Olha isso! Vou prestar química!

A4 - Eu também! Vamos prestar química.

A2 - Olha que impressionante meu!

A1 - Meu, já secou?

A3 - Gente que absurdo parece até que o diabo passou um pano.

A4 - O diabo passou um pano.

A1 - Nossa gente passa esse vídeo pra mim, compartilha porque eu quero esse vídeo.

Episódio 63

A1 - Vamos ver se todo mundo concorda, qual que foi a conclusão de cada um? Cada um fala a sua conclusão.

A2 - Esperávamos que o/

A1 - Não assim, se a gente ditar pra escrever tudo igual/

A4 - Não, não assim, mas tipo vamos colocar o que a gente tinha concluído com relação ao/ da gente achar que ia absorver mais energia, porque é mais rápido/

A1 - Então, mas desenvolve, fala sobre isso. Tipo se você fosse escrever isso, como você escreveria?

A4 - Não/ eu escreveria que;; os resultados foram contrários com os que a gente imaginou e que esse ele; absorve mais energia e por isso ele evapora mais rápido.

A2 - O hexano?

A4 - É.

A1 - Apesar de precisar de menos energia para evaporar, ele absorve mais/

A4 - Mais rápido.

A5 - Devido à isso né? Devido ao ponto de ebulição ser menor.

A2 - Ele absorve o que mais rápido?

A4 - Energia.

A1 - Ham?

A2 - Ele absorve energia mais rápido?

A1 - É. Apesar de precisar de menos energia para evaporar, ele absorve mais energia.

A5 - Não, ele absorve mais rápido porque ele necessita de menos energia.

A1 e A4 - Isso.

A5 - Entendeu? Porque como [inaudível]

A1 - Tá então, ele absorve mais rápido porque ele precisa de menos, é isso?

A5 - Ele absorve mais rápido porque precisa de menos energia, como o; pentanol precisa de mais, ele vai demorar mais para absorver tudo aquilo que ele precisa.

A1 - Não, ele vai demorar mais pra absorver qualquer coisa né?

A5 - É, ele vai/ ele precisa/ quanto é que é o;/ é 138? O ponto de ebulição?

A6 - 138.

A5 - Então, ele vai precisar absorver muito mais energia e vai demorar muito mais.

A1 - Não, mas assim, tipo, pra mim tá/ não é isso, mas é muito confuso. Um exemplo: porque não/ pra alcançar, o hexano só precisa passar 48, beleza, mas mesmo assim, vamos dizer cinco graus, variação de cinco graus, o hexano é; ... é; alcança essa variação muito mais rápido que o outro, independente do/ ai gente é muito difí/

A5 - Então, vamos colocar um resumo? Já deu nove e meia.

A3 - Então, ele absorve mais porque ele precisou, de tipo/

A6 - Tá bom, o que você colocou.

A1 - Então, mas eu não sei se é por causa disso entendeu? Necessariamente?

A6 - Porque ele precisa tipo/ porque não é só ele/ tá chegando dele mais rápido, ele/ ele/ absorve qualquer variação de energia mais rápido.

A5 - Pensa, é igual quando um elemento vai doar elétrons pro outro, quando ele tem poucos elétrons não é mais fácil ele doar do que receber? Porque ele tem pouco então é mais fácil ele liberar, a mesma coisa acontece quando ele tem pouco é/ quando o ponto de ebulição dele é menor, ele vai precisar de menos energia e por isso ele vai absorver mais rápido. Porque um outro elemento, que tem o ponto de ebulição maior, vai precisar de muito mais energia. Então, por ele precisar de mais energia, ele vai demorar muito mais pra absorver tudo aquilo que ele precisa.

A1 - Sim, que loucura né gente?

Episódio 64

A1 - A gente estava pensando que é;/ que aquele/ é o suor.

P - Uhum;

A1 - Quando está calor o nosso corpo sua para regular a nossa própria temperatura.

P - Isso.

A1 - E quando a gente sua, a gente libera a nossa própria energia.

P - Você libera água, e a água evapora.

A2 - Absorve a nossa energia para evaporar, não é isso?

P - Isso.

A2 - Foi o que eu te falei.

A1 - Então, mas essa energia [inaudível]/

P - [inaudível] para o gasoso. Ai ela absorve energia do seu corpo para evaporar.

A1 - Então no caso aqui eu observei absorver do termômetro.

P - Do termômetro.

2.7 Aula 4 – Turma 1

Episódio 65

A1 - /fica separado da de metanol?

P - Fica separado antes ou depois de/

A1 - Antes, quando tá só água/

P - Só tá a água e o metanol, eles ficam separados?

A2 - Não.

A1 - Tá dissolvido, ai eu não sei como é que ficam as moléculas. Isso está confuso na minha cabeça.

P - Como é que era antes?

A2 - É tipo polar com polar.

A1 - É, estão bem unidos. Mas depois eu não sei o que acontece.

P - Mas visualmente, estava dissolvido?

A1 - Estava.

P - Estava? Então elas estão juntas né?

A1 - Sim. Mas ai eu ligo as moléculas uma na outra?

P - Elas estão interagindo?

A2 - Eu sei lá.

A1 - Dissolve.

P - Se elas estão dissolvidas elas estão interagindo, não é? Uma com a outra? Ai você pode pensar em como representar essas moléculas [inaudível].

A1 - Eu só não entendi depois, como que vai unir com sal. Por que não vai quebrar a [inaudível]?

A2 - Mas quem fica com quem?

P - Ela vai liberar os íons.

A2 - A água vai se separar?

P - Essa é a grande pergunta. Quem tá embaixo e quem está em cima?

Episódio 66

A1 - É “K^{+}”, "CO_2"/ três dois menos, assim. O “K^{+}” é assim ó. Com três e dois menos [K_3^{-2}]. É isso né?

A2 - A mas não tem como fazer desse jeito?

A1 - Você vai ter uma bolha maior com ele menos. A carga menos. É porque esse aqui vai ficar o ânion e esse aqui o cátion.

A2 - O cátion é positivo ou negativo?

A3 - Mas é que após essa interação/ vai dizer que;; após essa interação formou corpo de fundo né? Que é o que gente está vendo aqui. Tem que ponderar isso.

A1 - Isso é corpo de fundo?

A3 - Não é, tipo quando/

A1 - É que acabou o corpo de fundo, a ideia não era acabar com o corpo/

A3 - Não, mas olha o que ele fala. Ele fala pra gente no procedimento: quando o carbonato dissociar, adicione mais, e agite novamente. E ele tá falando no segundo: repita o procedimento anterior até que se forme um corpo de fundo. Então, tipo, tem que pôr mais corpo de fundo, ele tá falando que tem o suficiente/

A2 - Não era [inaudível]?

A1 - Então/

A2 - Para mim [inaudível]/

A1 - [inaudível] isso não é? Não, eu tô perguntando.

A2 - Então, mas eu acho que você só representa aqui essa parte bifásica.

A4 - O que é corpo de fundo?

A2 - Eu acho que esse carbonato de potássio tem que deixar separado. E [inaudível] ia ter, por isso que eu estou falando, eu acho que não precisa ter.

A3 - Não, eu sei, é tipo/ é isso que eu ouvi ela falar/ que está escrito aqui: após a saturação. Então tipo, após isso.

A2 - É, tá tudo dissolvido.

A3 - Ah, então tá corpo de fundo/ após a saturação tem corpo de fundo;

A2 - É. Isso que deveria ter na minha representação né?

A4 - Mas o que fez ele ficar na parte de baixo?

A2 - [inaudível] vai mudar.

A4 - É, porque eu acho que; a gente está com dois polares e [inaudível]

A2 - Ok, só pra ter certeza, o carbonato de potássio, ele vai dissolver/ ele vai; se dissolver com a água, não é?

A4 - É.

A1 - E embaixo vai ficar só o metanol. É isso?

A4 - É. Tipo o que/

A1 - Ah então, o que estou pensando é assim ó, o carbonato de potássio vai ficar/ separa em íons, ai o oxigênio vai ficar junto com o potássio e o oxigênio junto com o "CO_2^-".

A2 - Que hidrogênio? De onde? O hidrogênio é do;/

A1 - Da água.

A2 - Então fica tudo com a água e o metanol/

A1 - O metanol embaixo/

A2 - Sozinho.

A1 - É. [inaudível]

A3 - Eu acho que é assim.

A5 - Só que aqui deveria ter água.

A3 - Só que esse não é o que fica embaixo?

A5 - Aqui tem que ter água.

A2 - Pode ser, mas a maior concentração, como está aqui embaixo, eu acho que é só isso.

A5 - Porque se a gente passou a colocar carbonato de potássio embaixo ele é/ teoricamente ele deveria ser sólido. Tem água aqui misturado com ele pra ele ficar essa/ líquido.

A1 - Não, porque aqui é corpo de fundo e não quer dizer que tipo a quantidade de água que tem aqui não é suficiente para a quantidade que a gente colocou, então tipo a [inaudível] não vai diluir.

A5 - Não/ sim.

A1 - É que você pode mexer para sempre, a água não é suficiente. Mas se colocar mais água dissolve. Ai ele/

A5 - Hum, mas aqui embaixo tem água e carbonato de potássio.

A3 - É.

A2 - Embaixo tem carbonato de potássio, mas não tem água.

A3 - Ou não? Não sei.

A4 - Ele tá fluído, ele tá só ele porque tem a outra/

A2 - Mas se a gente considerar o corpo de fundo, então o carbonato de potássio vai estar aqui. Se a gente considerar ele sem o corpo de fundo, vai ter carbonato de potássio diluído.

A5 - Não porque aqui tem carbonato de potássio diluído, nessa parte aqui.

A3 - Aqui não tem só metanol?

A1 - Pra mim aqui tem ele diluído com a água e aqui tem o metanol e o corpo de fundo, para mim aqui tem ele diluído.

A3 - Só se aqui também tiver o corpo de fundo.

A2 - Não, porque ele pode/ aqui o metanol pode dissolver/

A1 - Ah mas também o metanol dissolve ele.

A2 - É, porque se a gente não estava considerando que não seria corpo de fundo então ele seria/ então/ o metanol vai estar embaixo e " K^+";;

A1 - Então, aqui tem os íons e aqui também tem o corpo de fundo.

A2 - Também, é. A não, eu acho melhor a gente tá considerando o negócio sem o corpo de fundo, com o negócio todo homogêneo. Então tem água, embaixo e carbonato de potássio, aqui tem/ tá o metanol e aqui tá o resto.

A1 - Sim.

A2 - Tá bom, certo.

A5 - Não entendi.

A1 - Calma ai, nos dois tem carbonato, só que aqui tá o metanol e aqui é a água. ...

A1 - Então uma pergunta, o carbonato que está aqui, ele está interagindo com o metanol? Porque se o metanol é polar/

A2 - Tá.

A1 - Uma parte tá de um lado.

A2 - Tá, porque a outra vai interagir/ vai interagir e ter corpo de fundo então [inaudível]

A3 - Aqui tem o quê? Você vai colocar o carbonato de potássio, tanto aqui nessa primeira fase, quanto na segunda. Aqui o carbonato de potássio vai estar interagindo com o metanol e aqui o carbonato de potássio vai estar interagindo com a água.

A4 - Mas como que ele vai interagir com a água?

A3 - Do mesmo jeito que você fez aqui/ aqui você vai colocar o;/ na água. Carbonato de potássio e água e aqui você vai colocar carbonato de potássio e metanol.

Episódio 67

P - O que aconteceu?

A3 - Olha, a gente estava pensando que ia ser assim. Nós duas achamos que é todos, ele, ele e um pouco dele. Só que o corante, ele não deixa/ esse aqui é o que?

P - É um composto iônico.

A3 - É, um composto iônico.

P - Carbonato de potássio.

A3 - É, carbonato de potássio. Tem que saber o nome para a gente poder falar. A gente acha que o carbonato de potássio não deixa a solução;/ o pigmento vai ficar aqui embaixo porque tá muito saturado. E ele acha outra coisa. O que você acha?

P - Espera aí, o carbonato de potássio está saturando embaixo?

A3 - Isso, ai ele não deixa o pigmento/

P - O que está embaixo?

A3 - Está o metano [metanol] e a água.

P - O metanol e a água estão embaixo?

A3 - É.

P - E em cima está o quê?

A3 - Estão os três também né? Mas embaixo tem uma quantidade maior do composto iônico.

P - E por que ele ficaria embaixo?

A3 - Porque ele é mais pesado.

A1 - Aqui em cima, só tem essa mistura aqui. E aqui embaixo, como esta ligação é mais forte, ele dissolve só o;, o/ o composto iônico. Ai por isso que o corante não atua aqui.

A2 - Mas se fosse isso ele ia ter uma quantidade maior aqui, porque a gente não colocou só isso aqui.
P - Mas vocês colocaram muito mais água do que metanol, não é? Então vocês colocaram pouquinho?
A3 - É que a gente colocou mais pra ver.
P - E o que aconteceu quando vocês colocaram mais metanol?
A2 - Aumentou a quantidade aqui embaixo.
P - Aumentou embaixo?
A3 - É.
A2 - E aqui em cima começou a ficar um pouco mais escuro.
P - Então o metanol deve ser a parte de baixo ou a parte de cima?
A2 - Acho que o metanol está misturado ainda.
A3 - Também acho.
A5 - Eu acho que está embaixo.
P - Porque olha, vocês não colocaram dois dedos de cada substância?
A2 - Sim, é mas ai colocamos mais.
P - De água, vocês colocaram muito mais água.
A3 - Não/
P - Porque o azul de bromotimol está em água também.
A5 - Tem água?
P - Tem água.
A3 - Ah tá.
P - Era bastante desse [azul de bromotimol] né?
A3 - É.
A2 - E a gente colocou mais água agora, e mais metanol para ver.
P - Então olha, vocês têm dois solventes ai, a água e o metanol, certo? Eles são solúveis entre eles. A prova de que eles eram solúveis era porque tinha uma mistura homogênea.
A2 - Uhum.
P - Agora você tem uma mistura heterogênea. Quer dizer que uma das fases tem que ser água e outra metanol. Os dois solventes se separaram.
A3 - Entendi.
P - Agora falta decidir qual dos dois é o metanol e qual que é a água e porque eles se separam.

Episódio 68

A1 - Tanto a água quanto o metanol são solúveis ao sal, a água é mais solúvel por que ela é mais polar do que o metanol? Ai ela interage mais/

A2 - A interação é qual?

A1 - Na verdade eu não entendo nada.

Episódio 69

A1 - O carbonato de potássio, ele está mais dissolvido na água porque ele é mais polar. A água é mais polar.

A2 – Por que a polaridade da água é maior?

A1 - A polaridade da água é maior em comparação ao metanol e, por isso, o carbonato de potássio dissocia mais na água.

Episódio 70

A1 - Eu acho que, o/ pelo caso de o carbonato de potássio ser um íon, de cadeia pequena praticamente/ ah; olha, você lembra do desenho [representação de uma molécula de sabão] que ele fez na lousa? A outra extremidade dele ele não é um íon? Não tem só um negocinho com negocinho? Ele vai se ligar mais aqui na água, não é? Porque é só um;/ porque aqui é diferente ele tem um; hidrocarboneto na ponta.

A2 - Não dá para saber velho.

A3 - Ó. ...

A1 - Acho que é pra olhar a interação mesmo. A interação da água com ele é mais forte do que essa interação com ele [metanol].

A2 - Nem sei como ajudar vocês porque eu não entendendo nada disso. [inaudível], você vem aqui e sempre tem ligação de hidrogênio.

A3 - Aqui a primeira nós já respondemos/ já. Embaixo é água com carbonato de potássio, agora ele quer saber o porquê. Se o tipo de interação é o mesmo/ no metanol, por que ele dissolve mais na água?

A2 - Por que você está falando que embaixo é água?

A3 - Porque tá falando aqui na questão.

A2 - Aonde?

A1 - É eu estava lendo.

A3 - Se também ocorre dissociação quando o carbonato de potássio é adicionado em metanol e o tipo de interação é o mesmo, explique por que o carbonato de potássio é mais solúvel em água. Justifique com base na estrutura e polaridade da molécula.

A2 - Mas não está insinuando, mas não fala porque ele é mais forte.

A1 - É; é tudo misturado;

A2 - É os dois, não fala qual é.

A3 - Mas se o corpo de fundo está mais concentrado aqui, quer dizer que ele está mais ligado com a água do que com essa parte aqui.

A2 - Olha essa água embaixo, olha a estrutura dela em cima, isso parece água? Tá mais para metanol.

A3 - Então, qual que é/ qual que é o que tem nessa questão se é ao contrário?

A2 - Não parece água ai. Só se for água e uma película de;;/ de óleo e o restante é o negócio. ...

A3 - Sabe por que é agua? Cheira ai.

A1 - Mas tipo a água tá no fundo, eu não sei se a água é [inaudível], mas a água está embaixo. Olha aqui a densidade dela [solução aquosa saturada de carbonato de potássio], ela é mais pesada que o; metanol. Ela tem densidade de 1,2 [g/mL] e o metanol é de 0,76 [g/mL], então o metanol pra mim é essa película aqui, sabe essa película [menisco de interface das duas fases] que eu estou vendo? Que parece uma gordura? Eu acho que o metanol com ele, é essa película de gordura, ai é que tá a água, a película de gordura iria mexer, e a mistura/ Ó, nossa mistura completa, ah; aquela parte da/ o metanol aqui que está separando porque ele não quer se misturar muito, tipo vamos supor que ele ficou;/ ele diluiu inteiro nessa primeira parte, ai do metanol, porque a gente colocou meio que sem medir, ai sobrou um pouco e ainda a água que ficou embaixo é o que está dissolvendo ele, ai ela ficou aqui, separou com essa película e o restante ficou por cima.

A4 - Aqui ele pede o que?

A1 - Metanol.

A4 - E em cima?

A1 - Água, metanol e o potássio lá. Carbonato de potássio.

A4 - Gente, aqui é metanol? Mas em tudo?

A3 - A gente não tá/

A1 - A gente está discutindo isso.

Episódio 71

A3 - Aqui ó, eu acho que nessa parte, sem ser essa parte mais escura.

A1 - Você acha que tem sal aqui?

A3 - Essa parte tem, porque se não, não iria estar azul. Ela só ficou azul depois que a gente misturou o sal.

A1 - É verdade.

A3 - Então, eu acho que essa parte, toda azul, é o equilíbrio. Tem a quantidade certa de todos aqui, a parte de baixo é a que vai ser/

A1 - A saturação?

A3 - É o excesso.

A1 - Que é mais solúvel em água e está mudando de cor?

A3 - É. Isso.

A2 - Agora não mais né?

A3 - É, agora não está mais mudando de cor.

A1 - Mas ainda está saturada.

A2 - Mas está saturada ainda, por isso que não mistura.

Episódio 72

A1 - É esperado que a água fique embaixo e o metanol fique em cima.

A2 - Mas por que a gente não viu outra coisa?

A1 - Porque da/ da solubilidade, o metanol fica embaixo e a água fica em cima. Essa é a resposta. Não, mas é assim, aqui a gente está analisando a densidade e aqui a gente está analisando a solubilidade, são fatores diferentes.

A2 - Solubilidade?/

A1 - Por isso a resposta está diferente.

A2 - Tá ok.

Episódio 73

A1 - Eu acho que a água só se mistura com o "K".

A2 - Sim, eu acho que isso está certo.

A1 - E o “CO”, vai se misturar com o metanol e com a água.

A2 - Que?

A1 - Eu acho que o "K" só se mistura com a água, porque;;

A2 - Não, mas no metanol também [tem] "H".

A1 - Mas o "H" é [inaudível].

A2 - Não, mas tem mais de um "OH".

A1 - Porque ele está tipo no meio da cadeia.

A2 - Tá ligado à "O" que se liga ao "H", tem um espaço aqui, pode ser qualquer coisa também.

A1 - Mas calma.

A2 - Ele não está fechado por outros, ó tipo aqui [inaudível]. ...

A1 - Mas é estranho colocar o oxigênio do nada. Porque ele é uma cadeia linear.

A2 - [inaudível].

A1 - Não faz sentido eu desdobrar ele, deixar ele assim.

A2 - Mas vem um "A" com "H" tipo da água.

A1 - [dirige-se ao professor] Pergunta, é; tem como esse/ isso se aproximar mais de um íon? O "Ó"?

P - Como assim?

A2 - Eu estava achando que como ele vai estar no meio da cadeia não vai haver contato com o "H" do "H_2O".

A1 - Porque ficava estranho, parece que eu tenho que dobrar ele assim.

A2 - Tá vendo? Ainda tem o contato com essas coisas.

Episódio 74

A2 - Isso é muito confuso pra mim.

A1 - Aqui ó, tá vendo se eu ligar aqui ó, qual você acha que é mais forte? O carbono ligando com o oxigênio, ou o hidrogênio ligando com o oxigênio? Ele não vai fazer ligação ponte de hidrogênio? A interação entre eles é mais forte do que com esse aqui, tá vendo? E lembra da fila de eletronegatividade? Ele com ele aqui é mais forte do que ele com ele.

Episódio 75

A1 - Você disse que carbonato de potássio na água/ você disse que fica "CHO_3"/ "CO_3^{-2}", o menos dois é o quê mesmo? Ah, sobram dois/ ficam mais dois elétrons.

P - Isso, porque ele é um ânion, né?

A1 - Isso. Daí sobra um "K^+"? Fica assim a água? A composição da água? Aonde que foi parar o "H_2O"? O "H"?

A2 - Pode ser porque ele é mais/ a água é mais/

P - A água envolve ele lembra?

A3 - Então não foi a água que ficou inferior?

P - Fica essa partícula positiva e a água envolve ele com os átomos de oxigênio.

A3 - Então não foi a água nem o metanol.

A1 - Essas duas aqui ó, o "CO_3" e o "K^+".

P - A água envolve os dois.

A3 - mas então a água ficou embaixo?

A1 - Mas ele dissolve mesmo assim? Ah ele dissolve mesmo assim.

A2 - Professor, por que a água ficou embaixo?

A1 - Porque ela é mais densa.

A4 - Não eu sei mas tipo, não é o metanol que fica embaixo?

A1 - Não, é a água mesmo.

A3 - Achava que era o metanol.

Episódio 76

A4 - Tem carbonato de potássio aqui na água?

P - Você pôs, não pôs?

A4 - Coloquei, só que ele tá na água? Não sei onde ele está.

P - Essa é a questão, ele prefere interagir/ ele interage mais forte com água ou com metanol?
A4 - É o que está falando aqui, por que o carbonato é mais solúvel em água?/ tá falando que é mais solúvel, então ele está em água?
A1 - Ele desapareceu.
P - Se ele é mais solúvel em água provavelmente ele está na água.
A2 - Falando da água como um composto molecular é porque ela absorve tudo dos outros?
P - Ela é um solvente universal que a gente fala, ela dissolve bastante coisa, mas não tudo né?
A2 - Grande parte?
P - É, não dissolve madeira.

Episódio 77

A3 - /por causa da ligação do nitrogênio com a ponte nitrogenada, isso vai dar tipo a ponte de nitrogênio?
P - Oi?
A3 - Existe uma ponte de nitrogênio?
P - Eles fazem ligação de hidrogênio aqui né?
A1 - E faz também com que o [inaudível] vai deixar a água mais densa ainda. Por exemplo, se ele vai interferir na reação/ na ligação entre a água e o metanol, então ele vai deixar a água mais densa do que o metanol, sem ligar/ sem ligação com a água ele vai separando.
P - Mas se fosse comparar densidade [inaudível] a ideia é ficar mais denso? Porque assim, vamos lá, pensa em termos de partículas tá? Eles têm essa ligação de hidrogênio aqui e você viu experimentalmente que esta interação é quebrada porque formam duas fases, fica o metanol de um lado e a água do outro, depois vocês viram pela densidade que a água está embaixo e o metanol está em cima, certo? o composto iônico é que provoca essa separação, concorda?
A3 - Certo.
P - quando você colocou sal que separou. Como eu mostrei na simulação o sal prefere interagir com a água do que com metanol, por quê?
A3 - Porque a interação entre a água e o sal é mais forte do com o metanol.
P - A interação do sal com a água é mais forte do com o metanol. Olhando para as moléculas [modelos bola-vareta] você consegue explicar por quê? ... Pensa em termos de polaridade. Qual dos dois é mais polar?
A3 - É a água. É mais polar.
P - É mais polar, porque tem o oxigênio aqui, né? E o hidrogênio do outro lado. E aqui o oxigênio tem que dividir a carga dele com o átomo de carbono e mais três átomos de

hidrogênio. Então esse aqui [gestuando com o modelo bola-vareta de uma molécula de água na mão] é bem mais polar. Será que isso influencia?

A1 - Bastante.

A3 - Acho que sim.

P – Sim/ por que é mais polar e a interação entre o dipolo e o íon é mais forte do que a ligação de hidrogênio?

A3 - É. Refaz a pergunta, por favor?

A1 - Ela é mais forte porque eles se separam, entendeu?

P - Tudo bem? Está mais claro?

A1 - A superfície de contato dessa molécula tem a ver?

P - Tem tudo a ver, porque aqui a molécula de água consegue solvatar melhor o íon [gestuando com o modelo bola-vareta]. E esse aqui tem um impedimento aqui [diz o professor apontando para o grupo "CH_3" do metanol no modelo bola-vareta].

A3 - Ah, verdade.

P - Ela só tem essa parte aqui para interagir e esse grupo aqui atrapalha.

A1 - É como se ela tivesse um dipolo bem mais delimitado.

P - Mais delimitado, isso.

Episódio 78

P - Por que que o íon prefere/ ele acaba interagindo mais fortemente com a água do que com o metanol?

A1 - É mais fácil, tá vendo?/

A3 - Por causa das duas ligações que sobram aqui?/

A1 - Pra ele interagir, porque aqui tá escondido o carbono aqui [afirma a aluna apontando para o carbono do modelo bola-vareta]. Tá escondido/

A3 - E aqui está mais visível e/

A1 - Aqui não, aqui é fácil dele fazer a interação intermolecular/

P - A superfície de contato né? Você tem lá o cátion e ela vem em várias aqui né?

A1 e A3 - Sim.

P - Mas esse aqui quando ele encosta aqui já tem um trambolho aqui [gestuando para o grupo "CH_3" do metanol no modelo bola-vareta]/

A1 e A3 - Sim.

P - O que dificulta a/

A1 - A interação.

P - Tanto de um lado quanto do outro.

A3 - Sim.

P - A superfície de contato é/ qual das duas é mais polar?

A1 - A água?

A3 - Acho que a água.

Episódio 79

A2 - Tipo, você vê a molécula direitinho na simulação, ela ajuda muito, mas não substitui o experimento, sei lá, é tocável. Você vê na realidade assim ó.

A1 - Eu ia tirar foto.

A3 - Mas não é uma realidade né?

A2 - Não, é só uma representação, mas eu preciso disso aqui ó, pra ver mesmo.

A3 - Você vê mesmo que funciona.

A2 - É, primeiro a experiência, depois você vai saber o porquê né? Porque se você fala o porquê e depois faz a experiência não tem nexo.

Episódio 80

A1 - /que o sal expulse/ antes de colocar o sal, a água e o;/ aqui no caso o metanol estão interagindo, mesmo que eles estejam em duas fases distintas eles estão interagindo?

P - Mas estavam em duas fases?

A1 - Não, então eles não estão? Mesmo que um seja mais denso do que o outro?

P - É, eles estavam em uma fase só.

A2 - Mas e a questão da densidade quando eles estão juntos? Metanol e água?

P - Eles estão misturados, ai a densidade é da mistura.

A1 - É, eles devem se misturar e ficar uma coisa só?

A2 - Tem que ficar numa mistura heterogênea quando é misturado o;/ como é nome?

P - Quando é posto o sal.

A1 - Então o bromo [azul de bromotimol] aqui fica, tipo sozinho? Aqui?

A2 - Não sei, não acho que o bromo está interagindo com ninguém.

A3 - Bromo?

A2 - O corante [inaudível]. Bromotimol/ bromotimol, isso daí. Então, mas ele vai estar interagindo?

A1 - Eu acho que sim. Porque eles estão no mesmo [inaudível].

A2 - Ah é? Por quê?

A3 - Eu acho que/ será que ele não está interagindo com a água também?

A1 - Não, mas aqui em cima tem bromo e tem o;;/ qual o nome disso?

A3 - Bromotimol.

A1 - Bromotimol;

A2 - Corante.

A1 - Corante. Corante e álcool e aqui embaixo tem água, então ele tá interagindo mais com o/

A2 - Com o "ol" [metanol].

A1 - Então ele vai tá interagindo com esse daqui.

A2 - É, faz mais sentido. "H" com "H" é, "H" menos.

A1 - Assim?

A2 - Deixa eu ver. Faz sentido.

A1 – Sentido/ sentido/ sentido eu não sei, mas se você tá dizendo.

A2 - Então, pra mim faz sentido, mas muita coisa pra mim não faz sentido. ...

A1 - Ah é, por isso que tem que estar em cima né?

A2 - Uhum.

Episódio 81

A1 - Esse "OH" poderia ficar aqui, não poderia? ... Esse "OH" poderia ficar aqui?

A2 - Espera ai, deixa eu ver se é o metanol. O metanol é esse aqui [afirma a aluna apontando para a representação pictórica da A1] e esse aqui, é água?

A1 - Sim.

A2 - A água tem que ficar embaixo. É ao contrário ó.

A1 - A tá, a água desce.

A2 - A água fica mais densa, aqui em cima você vai ter corante e álcool/

A1 - Certo.

A2 - E aqui embaixo você vai ter íon e água.

A1 - Esse corante poderia estar ligado aqui?

A2 - Isso.

A3 - Aqui é isso aqui, sem o corante/

A1 - Porque os dois tem a mesma;/

A2 - É.

A1 - Sim.

A3 - É isso?

A2 - Não, tem corante também/

A3 - Não, mas aqui embaixo.

A2 - É só água e os íons. Água e os íons e em cima o corante e o álcool.

A1 - Eu tenho um "OH" aqui né? E por que ficou dos dois lados?

A2 - Porque eu coloquei duas moléculas e bromo. Mas eu tenho isso/

A3 - Ó, isso aqui é o corante e isso aqui é água, ai aqui do outro lado vai ter uma outra molécula de corante, mas isso em tridimensional. Entendeu?

A1 - Então eu posso colocar uma molécula de bromo aqui também. Eu coloco o "H" e o "O"

A3 - Ó espera ai, quando você está fazendo uma interação intermolecular/ quando você faz o tracinho é porque eles se ligaram, quando/ você está vendo que eu não pus nenhum tracinho para representar? Tô dizendo que houve uma aproximação por causa da interação.
A1 - A tá.
A3 - Quando você coloca um tracinho quer dizer que fundiu, é uma coisa só.
A1 - Certo.
A3 - Entendeu? Então tira esses tracinhos daí.
A2 - Só desse ne?
A3 - Não, eu não coloquei tracinho em nada. Você só deixa as moléculas próximas, entendeu?
A2 - Mas por que nesse liga?
A3 - Nesse também não liga. Ó, aqui é minha molécula de água, esse aqui é o meu metanol e aqui está o cro/
A2 - Bromo/
A3 - O corante, o corante está mais próximo do metanol e a água está mais próxima do metanol, eu só aproximei, por causa da interação intermolecular, mas eles não viram uma coisa só.
A2 - Uhum.
A3 - Porque no nível molecular eles estão separados, entendeu?
A2 - Sim.
A3 - São coisas diferentes.

2.8 Aula 4 – Turma 2

Episódio 82

A2 - Acho legal que está brilhante, tá cheio de bolinha aqui. Parece que é gel sabe?
A1 - Parece que colocou glitter.
A2 - É.
A1 - Olha as bolinhas tá vendo? Tá saindo umas bolinhas brancas.
A3 - Tá saindo uma fumacinha, parece fumacinha branca.
A1 - Tá saindo umas coisinhas brancas.
A2 - É como se fosse molécula, não é o negócio branco?
A3 - É tipo bolha de gás.
A2 - Como é o nome desse aqui mesmo? Cadê? Esse aqui?
A3 - Esse é o bicarbonato, não é?
A2 - Não.
A3 - É, carbonato de potássio.

A1 - Olha, assim ele não mistura, tá vendo? Olha, vou misturar de novo.

A2 - Ó, ele está se dissolvendo. Eu acho que ele está se dissolvendo.

A1 - Ó, como se fosse água e óleo. Espera aí, mais um pouquinho. Olha aí, parece umas bolhinhas de óleo e água. Nossa ele está brilhando aqui embaixo.

A3 - Meu, será que esse;;/ esse negó/ não/ não, não é.

A1 - Eu achei bacana isso daí.

A2 - Nossa e ela está [inaudível]

A1 - Olha que da hora.

A3 - Olha embaixo como é que fica.

A1 - Não dá para ver não.

A3 - Vira aqui ó, as moléculas/ é como se fosse um [inaudível] de bolinhas, elas vão subindo e vão colando embaixo.

A1 - Hum.

A3 - E eu acho que quando a gente misturas elas/ tipo é/ acho que quando essas bolinhas aqui se misturam, é que forma aquele azul, eu acho.

A1 - É, aquele azul claro.

A3 - Ó, ó, começa a ficar azul claro olha.

A2 - É.

A1 - É/ é a mistura entre elas que faz o azul claro.

A3 - Olha eu vou parar bem e ela vai ficar tipo bem;/

A4 - Um azul normal.

A3 - Ai vai subir um monte de coisa.

A1 - Então, o azul escuro é;;/ é dissociação. Não é dissociação não, é a;;/ como que é mesmo?

A2 - É dissociação.

A1 - É dissociação mesmo?

A2 - Não é dissolução.

A1 - Dissolução. ...

A3 - As três substâncias ficam separadas, não ficam?

A1 - Não porque/

A2 - Sim, porque aqui é como se fosse água, aqui ele está com corpo de fundo e aqui é o;;/

A1 - É o entre elas.

A4 - É, aqui tem duas fases. Duas fases, não é assim que fala?

A2 - Não, tem uma fase só, mas tem duas composições.

A1 - Porque se não, não teria o azul no meio.

A3 - Sabe por quê? Só se esse azul aqui é a mistura, por exemplo, o azul claro é a mistura, porque a gente colocou água/ e tem esse aqui né?

A1 - A gente colocou é; tudo.

A3 - A gente colocou quatro coisas aqui, a água, o; como é o nome disso?

A1 - O brometo, o metil não sei o quê e o pot/ carbonato de potássio e a água ácida.

A2 - Esse aqui é o que fica aqui em cima não é?

A4 - Com a água, não é? ... Porque ó, a água, nesse/

A2 - Esse daqui é o quê?

A4 - Metanol.

A2 - Esse daqui é polar, apolar?

A4 - Esse é apolar, ele tem oxigênio. É esse daqui é apolar.

A2 - Apolar/

A3 - E esse [a aluna aponta para o frasco do carbonato de potássio]?

A2 - Apolar com apolar.

A4 - Esse daí eu não sei.

A2 - Apolar? Acho que esse daí é apolar.

A3 - É muito difícil A2.

A2 - Mas gente, se a gente souber isso a gente vai tipo/

A1 - Vamos chamar o professor, não? Quer que eu chame o professor?

A3 - Primeiro vamos bolar isso. ...

A1 - Espera aí, na ponta tem que ter ligação/ esse daqui é; polar. ... O bromotimol, bromotimol.

P - Fizeram as anotações para a gente discutir?

A2 - Já.

A1 - Não, vou fazer. É;; tem a fórmula, falando [inaudível].

P - Fórmula? [inaudível]

A2 - Mas, dá para fazer.

P - Macroscópico. Vocês podem até fazer o desenho do que vocês viram.

A3 - Tem que desenhar.

A2 - É, melhor desenhar. ...

A3 - O que a gente colocou primeiro? A água né? E quando a gente colocou a água e colocou o metanol nós não vimos diferença nenhuma.

A4 - Não, não deu para ver.

A1 - Não na verdade ele era para ficar azul.

A2 - Ele ficou verde.

A1 - Não, mas o tempo todo era para ficar azul.

A2 - Mas ele ficou verde porque a água estava ácida.

A1 - É, mas se a água estivesse básica, ai ia ficar azul.

A2 - Ia ficar azul?

A1 - É, ele falou que o tempo todo era para ficar azul.

A3 - Não, espera ai, esse "K" com esse aqui não mudava de cor né?

A2 e A1 - Ficou verde.

A4 - Então, mas ele falou que não ficou verde porque a água estava ácida.

A2 - Então, mas não era pra ficar?

A4 - Não.

A1 - Era para ficar o tempo todo azul.

A2 - Mas [inaudível] situação, não foi?

A1 - Não, mas ele falou que o tempo todo era pra ter ficado azul, mas não importava ter ficado verde. Entendeu?

A2 - Sabe por quê? Eu estou confundindo as cores, esse daqui ficou/ quando adicionou isso ficou azul e esses dois ficou verde né?

A1 - Isso.

A3 - Aham.

A1 - Mas o tempo todo era pra ter ficado azul, em todas as/ mesmo misturando esse e esse era para ficar azul também.

A2 - Então a gente coloca azul né?

A1 - É, azul.

A2 - Se não vai ter que explicar que a nossa água estava muito ácida. Estava azeda. ...

A2 - É porque agora já tá dissolvendo embaixo.

A3 - Tá saindo.

A2 - Aham. ...

A1 - Dissociar as misturas que; se misturaram certo?

A2 - Hum?

A1 - As misturas que se misturaram.

A2 - Solução.

A1 - Solução?

A2 - Dissociação é separação dos íons e ionização é a junção dos íons. É na dissolução que eles se juntam e se misturam formando uma solução né?

A1 - Eu vou falar que as substâncias se misturam. ...

A2 - Eu acho que eu vou colocar aqui que foi verde.

A3 - Eu acho que [inaudível].

A2 - Porque/

A1 - Não é isso que a gente concluiu gente porque [inaudível]/ vocês acham/

A2 - Porque a gente tem que colocar o que a gente viu, não o que a gente acha ou esperava.

A1 - Não a cor, tipo a cor;/ eu não sei dizer/ tipo o que vocês viram que ia acontecer.

A3 - E se por uma palavra tipo [inaudível] se misturam ou não, a gente pode falar da coloração azul.
A2 - Agora, na parte final. Porque na primeira eu vi/
A1 - [inaudível] independentemente da cor, eu acho que a cor é desnecessária.
A2 - A cor é necessária, mas só lá no final.
A1 - É então.

Episódio 83

A1 - Ficou azul de forma instantânea, não dissolve se deixar em repouso. Após vigorosa agitação dissolveu. Ficou mais azul. Adicionou mais e tal. O corpo de fundo, ficou mexendo o;;/ ocorre reação, o carbono [nato] de potássio meio que borbulhou, você viu que ele meio que borbulhou?
A2 - Aham.
A1 - E libera tipo um, foi tipo um gaisinho que consome parte da solução azul e fica branca, depois, por mais que se misture, não se dissolvem mais.

Episódio 84

A1 - Então, de alguma forma, ele reage com o líquido?
A2 - Uhum.
A3 - Escreve que tem um negócio azul, um transparente e um sólido no final.
A1 - Não, mas a gente está tentando entender o porquê.
A2 - É simples, é porque reagiu.

Episódio 85

A1 - Viu? As bolinhas subindo. Isso quer dizer ó/ presta atenção/, quando a mistura de cima entra em contato com a debaixo, ela não dissolve e ela é menos densa, então ela sobe, olha. Tá vendo?
A2 - Então a questão da densidade eu acho que ela pode estar muito relacionada na questão do/ então a gente já sabe então? Que muito provavelmente o bromotimol é menos denso do que o carbonato de potássio.
A1 - Sim.
A2 - Então, mas a gente sabe que o metanol é menos denso do que a água também.
A1 - E a gente sabe então que o/ o/ ... [o aluno chama o professor neste momento]. O potássio/ ele sempre vai ficar assim aqui embaixo ou ele tem a possibilidade de dissolver totalmente?
P - No outro grupo ali dissolveu quase tudo. É, vocês colocaram muito mesmo.

A1 - Não é que tipo, se você coloca uma quantidade bem pouca, teria a possibilidade dele dissolver totalmente?

P - Ah; dissolve.

A3 - Da primeira vez que a gente fez dissolveu tudo.

P - É então, quando vocês colocaram pouquinho dissolveu né?

A1 - Então ele faz uma mistura aqui. Então aqui, a gente sabe que o carbonato de potássio/ ele dissolve então?

A2 - Então aqui a gente/

A1 - Então, com ele também acontece aqui uma mistura homogênea.

A2 - Então o que a gente pode dizer é que/

A1 - São só esses dois aqui, que entre eles acontece uma mistura heterogênea.

A2 - Como a gente não sabe, a gente pode falar que, a substância que dissolve o bromotimol, ela é menos densa do que a substância que/

A1 - É mais densa a que fica embaixo.

A2 - Não, a substância que reage com ele e fica azul.

A1 - Entendi.

A2 - É menos densa do que a que não/

A1 - Ou ela acaba ficando mais densa?

A2 - Não, verdade, porque a água está embaixo [inaudível].

Episódio 86

A1 - Se a gente sabe que aqui é polar, a gente sabe que essa parte é mais eletronegativa [afirma o aluno apontando para oxigênio da molécula de metanol no modelo bola-vareta], Certo? ... O metanol, "CH", o "C" é menos eletronegativo.

A2 - Fui ontem no clube/ [frase utilizada em cursinhos para memorização da fila de eletronegatividade dos ametais].

A1 - Então aqui ó, o oxigênio é bastante eletronegativo. Certo? ...

A1 - "H_2O" faz ponte de hidrogênio e ela é polar.

A2 - Água tem ponte de hidrogênio e metanol também tem ponte de hidrogênio.

A1 - A cadeia aqui é maior, porém ele tem também o oxigênio/ o oxigênio não, o carbono.

A2 - É, mas as duas são polares né? ... Porque apesar do negócio mais eletronegativo estiver aqui/

Episódio 87

A1 - Tá, então esse aqui, no caso, é polar e esse é apolar.

A2 - Eu acho que é, porque a água é apolar e o negócio é polar e fica dipolo-dipolo induzido e é.../

A1 - É que fica apolar com polar.

A2 - E é dipolo com dipolo induzido que é mais forte do que dipo/ é;;/

A1 - Ionizado dipolo.

A2 - Não, mas esse aqui é polar também, as duas são polares. É porque a ligação desse aqui com o carbonato/

A1 - Ramificação.

A2 - Será?

A1 - Não, espera.

A2 - Superfície de contato.

A1 - É aqui ó, quando for com a água é um polar com um polar, dipolo dipolo-induzido.

Episódio 88

A3 - Como é que eu coloco a minha dois?

A4 - Coloca: a interação é mais forte entre/ mesmo tendo a repulsão deste aqui a interação é mais forte aqui em cima entre as duas, ham;;, aí você explica o negócio de polar lá que eu não entendi direito.

A2 - Então ó, ele falou assim: que a água é mais polar do que o metanol porque a estrutura da molécula da água é menor. Tá e o carbono puxa a polaridade dela diminuindo a polaridade.

A1 - A interação entre elas é mais forte.

A3 - Com íons? eu não entendi muito com íons, a parte dos íons que ele falou.

A1 - Ele falou/

A3 - Ele falou que as coisas se juntam assim por causa dos íons.

A1 - Os íons se atraem.

A2 - Os íons se atraem.

A1 - É porque aqui é hidró/ hidrogênio e aqui é também hidrogênio, então eles se atraem.

A2 - Eu acho que é isso.

A1 - Mas eu não entendi muito bem. ... O sal seria o;; esse negócio aqui? O carbonato de potássio?

A2 - Hum?

A1 - O sal seria o carbono [carbonato] de potássio?

A2 - É. ...

A1 - É para desenhar as moléculas é isso?

A2 - Uhum, as estruturas né?

A1 - Me ajuda?

A2 - Uhum.

A1 - "H_2O". ... Assim ou assim?

A2 - Não, elas se ligam assim.

A1 - Assim?

A2 - Uhum.

A1 - Mas eu pensei certo ou está errado? [Questiona a aluna apontando para a sua representação pictórica]

P - O que você pensou ai?

A1 - Aqui ó, como os dois tem uma ligação forte, a água ia se ligar o hidrogênio do;;

P - Mas esse é o hidrogênio?

A1 - É, essas bolinhas aqui.

P - Esse é o hidrogênio e esse é o oxigênio?

A1 - É.

P - Você pensou em colocar esse oxigênio perto deste hidrogênio, não é isso?

A1 – Não/ não/ não. Aqui eu fiz nessa forma, só que na forma de desenho, entendeu?

P - Então esse oxigênio vai interagir melhor com essa parte/ com esses dois hidrogênios aqui?

A1 - Não, esquece essa parte. É esse aqui/ por exemplo/ esse é um outro desenho, que eu pensei para fazer o outro.

A2 - Hum?

P - Tá, esquecendo. Por que você desenhou nesta posição?

A1 - Porque os hidrogênios se atraem, não é?

P - Os hidrogênios se atraem?

A1 - É.

P - Hidrogênio com hidrogênio/

A3 - Hidrogênio com oxigênio.

P - Agora hidrogênio com oxigênio, tem uma diferença de eletronegatividade.

A2 - Mas como faz a ligação? Não é assim?

P - Não.

A2 - Não, então faz a interação?

P - Porque assim, esse não é o lado mais positivo [pergunta o professor utilizando o modelo bola-vareta]?

A2 e A3 - Sim.

P - Esse não é o lado mais negativo?

A1 - Uhum.

P - É essa a interação.

A1 - Mas ai não tem tipo .../

P - Ou assim. Entendeu? Pelo lado debaixo aqui da molécula é mais positivo e aqui é mais negativo.

A1 - A tá.

P - E aqui é mais negativo e aqui é mais positivo, sim? Ou; assim. Se eles estiverem de lado seria alguma coisa assim. Entendeu? O positivo desse com o negativo desse, e o negativo desse com o positivo desse.

A1 - Uhum. Entendi.

P - Tá? [Quando o professor sai a aluna continua a manipular os modelos bola-vareta explicando para os demais integrantes do grupo]

A2 - Ele falou que fica assim né?

A1 - O que?

A2 - Assim? Assim?

A1 - É, aqui, positivo com negativo vai ficar assim/

A3 - Mas e o sal?

A1 - É então, porque assim/ não sei. É assim/ assim e assim/ assim [a aluna gira os modelos bola-vareta da molécula de água e metanol]. Não aqui é mais negativo e aqui é mais positivo, aqui é mais positivo então ficaria assim e aqui assim, e aqui, assim.

A3 - Então na primeira elas estão todas misturadas.

A1 - Vamos colocar da forma certinha.

A2 - Então, mas elas ficam todas misturadas, mas a gente tem que colocar a posição certa, entendeu?

A1 - Aham.

A3 - Ai na segunda elas ficam;/ o que? A água/ a tá. Então, interage água com/ Ah entendi. ...

A2 - Assim?

A1 - É. Mas como você fez?

A2 - Eu fiz ela desse jeito, você falou que assim [que] está desenhado.

A1 - A tá. Assim, seria assim.

A2 - É, você fez assim, em pé né? Eu fiz deitada. Agora eu vou fazer de ladinho. ...

A1 - De lado seria assim né? [Manipulando o modelo bola-vareta] Ou não?

A2 - Hum?

A1 - Seria assim né? De lado?

A2 - É.

A3 - Aqui seria assim né? [Apontando para o desenho]

A1 - É, seria assim. ...

A1 - Como a gente iria representar o carbonato de potássio?

P - O carbonato de potássio em água dissocia, não é?

A1 - Uhum.

P - Forma o "K^+" e o carbonato que é menos dois. Um cátion e um ânion. Você pode representar ele daquele jeito lá.

A1 - Mas tipo;;

P - Você não precisa abrir [inaudível, mas deve ter relação com a forma de representar o carbonato na fórmula iônica ou estrutural]. Você pode representar do jeito que está lá, na lousa. Porque uma é uma partícula negativa e a outra é uma partícula positiva.

A1 - Uhum. Mas então esse carbonato de potássio/

P - Pode ser uma bolinha mais e outra bolinha menos.

A1 - Uhum. Mas e ai, como eu representaria, porque ele vai dissolver, na/ como seriam dois sólidos, ele vai dissolver pro; pro;/

P - Dissolve em quê?

A1 - Pra esse negócio aqui.

P - Dissolve aonde? Embaixo ou em cima?

A1 - Ele vai dissolvendo de cima para baixo, não é? Não, de baixo pra cima.

P - Então, mas onde que ele está aqui? [Pergunta o professor apontando para o tubo de ensaio com o resultado do experimento]

A1 - Ele está embaixo, não é?

P - Embaixo, você vai representar isso aqui agora aqui, né?

A2 - É, coloca ele embaixo.

P - O que está embaixo você coloca embaixo e o que está em cima você coloca em cima. Tá bom?

A2 - A gente pode só colocar o "K^+" aqui e o "CO_3^-", não precisa ficar desenhando as moléculinha [forma estrutural] né?

A1 - Mas; aqui eu fiz o desenho da molécula, tem problema?

P - Tudo bem, sem problema.

A1 - E esse?

P - Os íons não precisa, desenhar a molécula, porque antes de ser molécula eles são íons.

A1 - Tá. ...

A2 - O "K^+" e o "CO_3^{-2}" é o potássio né? O carbonato de potássio, já no meio aquoso não é isso?

A1 - Não sei se no meio aquoso.

A3 - É, carbonato de potássio é no meio aquoso.

A1 - É, em meio aquoso ele dissocia.

A2 - É. ...

A1 - Não, mas assim ó, ele dissolve.

A2 - A água/

A1 - A água eu coloquei tipo aqui no meio, e aqui eu coloquei tipo o "KCO_3" umas bolinhas, e aqui, o que eu faço?

A2 - Aqui você tem que colocar o que é a substância, que é essa aqui agora que é o metanol, não é?

A1 - Mas ó, esse aqui não vai dissolver aqui pra cima?

A2 - Hum?

A1 - Esse daqui não vai dissolver aqui pra cima?

A3 - Não.

A1 - Não?

A2 - Não, ele vai dissolver aqui na água.

A1 - É? Então tá bom.

A2 - Tudo bem? Aqui ele não está nebuloso/ aqui ó? ... ...

A1 - Mas ó, tá vendo? Parece que ele está indo pra cima. Não parece que ele está aqui, parece que ele está aqui!

A2 - É impressão, olha como está, ó as bolinhas aqui, não tá vendo que está desmanchando tudo? Quando ele desmancha é com mais água e não tá com mais água.

A1 - Entendi. ... [a aluna chama o professor]. Professor, o carbonato de potássio ele dissolve em água ou ele dissolve aqui pra cima?

P - Ele é mais solúvel na água e a água é mais densa.

A1 - Sim, mas ele dissolv/

A2 - Ah então, agora essa é a minha dúvida, a gente tem que colocar também esse daqui [azul de bromotimol] não é?

A1 - Não esse daí não.

A2 - Você falou alguma outra coisa que era para colocar/ tem o metanol, tem a água, tem o carbonato e também/

A1 - Ele só colocou isso pra gente perceber que/

A2 - Pra dar cor não é?

P - Então vamos lá, têm quatro coisas aqui.

A2 - Mas tem o corante.

P - O corante não precisa

A2 - Então, só os três tá vendo?

P - Só os primeiros três.

A2 - Ah, então era isso.

P - Só que o potássio e o carbonato são dois né?

A2 - Ham?

P - O potássio e o carbonato são duas coisas diferentes.

A2 - Que é esse aqui? Em meio aquoso?

P - É, e depois ele fica só no fundo lá?

A2 - É/ é isso que/ ele fica aqui também não é? Ele fica com a água.

P - Ele dissolve na água.

A2 - Mas pra mostrar ele dissolvendo na água é; tem que fazer a mistura?/

P - Lembra da simulação que eu mostrei?

A2 - Lembro, ele vai e/ [fazendo gesto]

P - Ele vai lá e tira.

A2 - Ele tira, é isso. Ai Como tem que fazer? É um outro tipo de nomenclatura, não é? De;;/

P - É a interação íon-dipolo/ mais forte.

A1 - Hum, agora complicou.

P - Então, lembra como a água vai envolver o cátion?

A2 - Então, é isso.

P - Lembra que eu fiz com o meu punho? O meu punho ficou positivo e como é que a água vai vir? Ela vai vir assim ou assim? [gestuando com o punho e com a molécula de água representada pelo modelo bola-vareta]

A1 - Ao contrário.

A2 - A água?

P - É. Se aqui for positivo.

A1 - Então, o duro é saber a parte negativa e a parte positiva.

A2 - Aqui é positivo/ ele vem assim né?

P - Isso.

A1 - O carbono;/ a tá.

P - Porque quando você fala de íon, ou é positivo ou é negativo.

A1 - Hum;;

P - Sim? Essa parte é positiva/ a água vem, várias delas né? Se aqui for negativo ela vem e envolve.

A2 - Então não tem como escrever isso daqui você tem que desenhar.

P - É, você tem que desenhar.

A1 - Como assim? Explica para mim, por favor? Como é que desenha aqui? Não entendi.

A2 - É isso que ele falou, você pega a água/ você desenhou a água?

A1 - Não é um num lugar e, outro no outro?

A2 - Uhum.

A1 - Então, estou fazendo isso.

Episódio 89

A1 - Como é que eu vou colocar a água aqui?

P - Como é que uma molécula está interagindo com a outra? Você tem duas moléculas interagindo ai.

A1 - Uhum. ... Então esse aqui é menos ela vai interagir pra cá olha, tá vendo?

A2 - Uhum.

A1 - Tá vendo, aqui é menos e aqui é mais, então elas vão interagir/ professor? Esses polos aqui eles são [ínaudível]

P - Não, o hidrogênio é menos eletronegativo/ o oxigênio é mais eletronegativo.

A1 - Uhum.

P - O oxigênio é o mais eletronegativo, então esse lado da molécula/ essa parte de cima, ela é mais eletronegativa.

A1 - Uhum.

P - Então é mais, uma coisa assim [manipulando o modelo bola-vareta], tá?

A1 - Uhum.

P - E como é que interage uma molécula com outra? ... Como é que elas se unem? [Pergunta o professor enquanto entrega os modelos bola-vareta que representam as moléculas de água metanol para a aluna]

A1 - Seria assim?

P - Assim, exatamente. E se elas estiverem uma do lado da outra, como é que iria ficar?

A1 - Uma do lado da outra seria assim.

P - Isso.

A1 - Entendi.

A2 - Mostra pra mim, é virado né? Ela invertida.

A1 - Ela vai interagir assim, assim e assim. E ai vai virar ao contrário ela vai interagir assim.

A2 - Uhum.

Episódio 90

A1 - O oxigênio vai pegar o cátion?

A2 - Isso.

A1 - Isso, ó, ai depois o hidrogênio vai pegar o ânion.

A2 - Isso.

A1 - E tem mais alguma coisa, ou não?

A2 - Não, aqui em cima/

A3 - Isso mesmo, só que você pode colocar mais moléculas de água.

A1 - E fazer a mesma coisa com isso?

A3 - É, só colocar umas moléculas de água grudadas aqui, você que sabe.

A1 - A tá, entendi. Tipo assim. Que nem ele mostrou no videozinho, prendendo o negocinho. Aqui também.

A3 - É mas/ qual é/ você coloca mais no "CO_3".

A1 - Tá, mas qual é o "CO_3"?

A3 - O negativo.

A1 - Tá. [inaudível]

A3 - Tira a [inaudível] daqui, porque/

A1 - Porque tá [inaudível] assim.

A3 - É. Porque tem dois hidrogênios ligados aí/ não dá né?

A1 - Ah entendi.