

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
NÍVEL MESTRADO

SITUAÇÃO-PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA
O ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS

Valéria Barboza Veríssimo

RECIFE, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS
NÍVEL MESTRADO

Valéria Barboza Veríssimo

SITUAÇÃO-PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA
O ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como uma parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino das Ciências.

Orientadora: Angela Fernandes Campos

RECIFE, 2010.

**SITUAÇÃO-PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA
O ENSINO DE PROPRIEDADES COLIGATIVAS**

Valéria Barboza Veríssimo

Dissertação defendida e aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Angela Fernandes Campos, Dra.

Orientadora - UFRPE

Sandra Rodrigues de Souza, Dra.

Examinadora Externa - FAFIRE

Suely Alves da Silva, Dra.

Examinadora Interna – UFRPE

Marcelo Brito Carneiro Leão, Dr.

Examinador Interno - UFRPE

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que me incentivaram, auxiliaram e contribuíram de maneira direta ou indireta na construção do conhecimento, que foi o alicerce dessa dissertação na elaboração de cada capítulo, parágrafo, frase ou palavra. Agradeço aos meus familiares e amigos (as) que, nos momentos mais difíceis, foram fontes inesgotáveis de amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que está sempre presente na nossa consciência. O apoio da minha família, fundamental para a realização deste trabalho, (in memória) ao meu pai, Antonio Xavier de Brito, a minha mãe, Judith Barbosa de Brito, a meus filhos: Eduardo Barboza Veríssimo e José Erinaldo Veríssimo da Silva JR, a meus irmãos Ephrem, Junior e Evaristo e irmãs Soraya e Goretti pelo apoio e compreensão.

À professora Dra Angela Fernandes Campos, não só pela competência e sabedoria na orientação para nortear o melhor caminho a seguir, mas pela amizade que demonstrou em todos os momentos de nossa jornada.

À professora Dra Sandra Rodrigues de Souza, que aceitou o convite de fazer parte da banca examinadora e pelas consideráveis sugestões que enriqueceram este trabalho.

Aos professores: Dra. Suely Alves da Silva, Dr Marcelo Brito Carneiro Leão
Pelas valiosas contribuições que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Agradeço à amiga, professora Dra. Eliane Ferreira Viana, pela disponibilidade e ajuda na organização desta pesquisa. À amiga, Professora Udneide Leite, que esteve ao meu lado, oferecendo apoio durante a intervenção no laboratório da (UFRPE). À amiga, professora Rosângela Lucena, pelo apoio no laboratório de Química da UFRPE, a Helem Franco, Bacharel em letras (nora), que contribuiu na revisão final desta pesquisa, ao mestrando Rodrigo, do grupo sementes (UFRPE), pela filmagem e edição da intervenção desta pesquisa, e a todos os meus amigos, importantes e indispensáveis para o meu desenvolvimento como pessoa.

Agradeço aos colegas de mestrado pelas valiosas contribuições e convivência ao demonstrarem paciência apesar das diferenças. Em especial, aos colegas de turma:

Anthéogenes, Nileide, Silvia, que me apoiaram no cumprimento das disciplinas do curso com dedicação e amizade.

Aos estudantes da 2ª série A, do Ensino Médio, da Escola Almirante Soares Dutra, que colaboraram diretamente no desenvolvimento da sequência didática deste trabalho.

Agradeço a todos os professores, funcionários, sem exceção, do programa de pós-graduação em ensino das ciências, que contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação com responsabilidade, competência e dedicação.

*“No meio de qualquer dificuldade,
encontra-se a oportunidade”*

(Albert Einstein)

RESUMO

Este estudo investigou como a estratégia didática de resolução de situação-problema pode auxiliar no aprendizado do conteúdo de propriedades coligativas no ensino médio, mais precisamente, na 2ª série na Escola Estadual Almirante Soares Dutra, localizada no Bairro de Santo Amaro em Recife-PE. Para isso, a partir das orientações propostas por Meirieu (1998), foi elaborada uma situação-problema que abordou os fenômenos referentes aos efeitos coligativos das soluções com adição de soluto não-volátil. Durante a intervenção, um texto (produzido neste trabalho), ficha-tarefa com atividades experimentais e modelos moleculares comerciais foram utilizados como materiais didáticos, visando auxiliar os estudantes na resolução da situação-problema. A obtenção dos dados foi realizada a partir dos instrumentos, questionário de concepções prévias (avaliação diagnóstica), questões e discussões das atividades experimentais (avaliação formativa) e das respostas encontradas para situação-problema (avaliação somativa), gravadas em áudio. Os resultados obtidos mostram que houve uma evolução nas concepções dos estudantes e que as atividades experimentais, respeitando-se o nível cognitivo dos educandos, auxiliaram no desenvolvimento das ações de aprendizagem e operações mentais dos educandos, mantendo-os ativos durante o processo ensino e aprendizagem. A resolução da situação-problema, mediante as condições impostas aos estudantes participantes da pesquisa – material didático indicado, trabalho em grupo e interação com o professor-pesquisador, contribuiu de forma significativa para o entendimento do conteúdo de propriedades coligativas das soluções e alguns fenômenos do dia-a-dia dos estudantes, como mostram os dados obtidos depois de analisados adequadamente.

ABSTRACT

This study investigated as the didactic strategy of problem situation resolution it can aid in the learning of the content of colligative properties in the high school, in fact in to 2nd series in the public school Almirante Soares Dutra located in Santo Amaro's Neighborhood in Recife-PE. For that, starting from the proposal orientations for Meirieu (1998), it was elaborated a problem situation about colligative effects of the solutions with addition of no-volatile substance. During the intervention, a text (produced in this work), experimental activities and commercial molecular models were used as didactic materials in order to the facilitate the students in the resolution of the problem situation. The obtaining of the data was accomplished starting from the instruments, questionnaire of previous conceptions (diagnostic evaluation), questions and discussions of the experimental activities (formative evaluation) and the answers found for problem situation (somative evaluation) recorded in audio. The obtained results showed that there was an evolution in the students' conceptions and that the experimental activities considering the cognitive level of the students aided in the development of the learning actions and mental operations of the students maintaining them motivated during the teaching and learning process. The resolution of the problem situation, by means of the conditions imposed the participant students of the research - suitable didactic material, work in group and interaction with the teacher-researcher, it contributed in a significant way to the understanding of the content of colligative properties of the solutions and some phenomenons of the students' day-to-day as show the data obtained after having analyzed appropriately.

Ficha Catalográfica

V517s Veríssimo, Valéria Barboza
Situação-problema como estratégia didática para o ensino
de propriedades coligativas / Valéria Barboza Veríssimo. –
2010.

171 f.: il.

Orientadora: Angela Fernandes Campos.
Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências e
Matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Educação, Recife.
Inclui referências e apêndice.

1. Didática 2. Situação-Problema 3. Ensino de
propriedades coligativas I. Campos, Angela Fernandes ,
orientadora II. Título

CDD 371.3

SUMÁRIO	
DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
EPÍGRAFE.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUÇÃO.....	01
CAPÍTULO 2	
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	06
2.1. O Ensino de Química.....	06
2.2. A Situação – Problema.....	09
2.2.1. Organização do Ensino e Aprendizagem a partir de Situação – Problema e sua relação com a Teoria Psicológica de Piaget e a teoria sócio-interacionista de Vygotsky.....	10
2.2.2. Elaboração de uma Situação-Problema.....	18
2.2.3. A Situação-Problema e a Sequência Didática.....	21
2.2.4. A Avaliação de uma Situação-Problema.....	22
2.2.4.1. A Avaliação Diagnóstica.....	22
2.2.4.2. A Avaliação Formativa.....	23
2.2.4.3. A Avaliação Somativa.....	23
2.3. Ensino das Propriedades Coligativas das Soluções.....	25
2.4. Situação Problema e a Experimentação.....	36
CAPÍTULO 3	
3. METODOLOGIA.....	39
3.1. Sujeito da Pesquisa.....	39
3.1.1. Instrumentos de Construção de Dados.....	40
3.1.1.1. Registro Escrito.....	40
3.1.1.2. Registro de Vídeo com Áudio.....	40
3.2. Procedimentos Metodológicos.....	41
3.2.1. Etapas de Desenvolvimento da Pesquisa.....	41
3.2.2. Intervenção Didática:.....	44
3.3. Análises da Sequência Didática a Partir da Situação-Problema.....	56
3.3.1. Análise do Questionário de Concepções Prévias.....	56
3.3.2. Análise Qualitativa das Atividades Experimentais Desenvolvidas.....	59
CAPÍTULO 4	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4.1. Análise do Questionário de Concepções Prévias.....	63
4.2. Apresentação da Situação – Problema.....	71
4.3. Quadros Contendo a Análise das Contribuições do Texto e das Atividades Experimentais.....	73
4.4. Análise Qualitativa das Atividades Experimentais Desenvolvidas.....	78
4.4.1. Ações dos Participantes.....	78

4.2.2. Análise das Operações Mentais dos Estudantes para Encontrar uma Resposta para a SP.....	96
CAPÍTULO 5	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
REFERÊNCIAS.....	140
APÊNDICE A – Questionário do Levantamento das Concepções dos Estudantes Sobre o Texto Temático: Água: Soluções e Propriedades.....	148
APÊNDICE B – Texto Temático: Água: Soluções e Propriedades.....	149
APÊNDICE C – Atividade Experimental 1: testando a natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não – eletrolíticas.....	151
APÊNDICE D – Atividade Experimental 2: Investigando a influência das forças intermoleculares na volatilização do solvente.....	154
APÊNDICE E – Atividade Experimental 3: Investigando a influência da concentração do soluto não volátil nos valores da pressão de vapor do solvente.....	155
APÊNDICE F – Atividade Experimental 4: Investigando a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de ebulição das soluções.....	157
APÊNDICE G – Atividade Experimental 5: Investigando a influência da adição de um soluto não volátil nos valores da temperatura de congelamento das soluções.....	159
APÊNDICE H - Atividade Experimental 6: Investigando a influência da concentração do soluto não volátil no fenômeno da osmose.....	160

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A educação contemporânea depara-se com inúmeros problemas como “*evasão escolar, baixa qualidade dos cursos e despreparo dos estudantes que vêm do ensino médio*” (ZUCOO, 2007). Em concordância com os problemas comuns apontados, que trazem à tona questionamentos e reflexões, podemos relacioná-los ao ensino das ciências e, em particular, à Química que permeia a maioria das áreas do conhecimento. A sua multidisciplinaridade está presente nos principais avanços tecnológicos contemporâneos como o desenvolvimento de novos materiais, biotecnologia, nanotecnologia, medicina. Essas tecnologias têm grande relevância social, econômica e precisa ser trabalhada na escola. “*Mas, muitas vezes, no ensino médio os jovens ainda entram em contato com uma química do século 19*” (ZUCOO, 2007).

Do nosso ponto de vista, um modelo de ensino fragmentado com acesso a conhecimentos descontextualizados e desprovido de significado para os estudantes já não atende às expectativas de uma educação que garanta aos educandos aprendizagens essenciais à formação de cidadãos críticos e confiantes na própria capacidade de enfrentar desafios.

Em busca de uma resposta para enfrentamento dessa problemática, acredita-se que estratégias metodológicas, a partir de projetos didáticos e pedagógicos, possam auxiliar os estudantes a correlacionar os conceitos químicos, na inserção dos avanços tecnológicos e na formação do cidadão. Essa questão também é retratada nos discursos curriculares oficiais (BRASIL, 1999, 2002, 2006), que chamam atenção para a necessidade de se desenvolver nos estudantes habilidades e/ou competências como saber ler e interpretar tabelas das propriedades físicas das substâncias, as informações contidas nos rótulos de alimentos, produtos de limpeza em geral, bem como, as formas de uso e cautelas diante de eventuais riscos à saúde e danos ao meio ambiente, as quais são importantes na formação do cidadão. Entretanto, para atender tais exigências, é necessário que o professor introduza os estudantes nas discussões acerca dos problemas sócio-ambientais, como mudanças climáticas e o aquecimento global, dando ênfase às novas tecnologias que reduzem os danos ao meio ambiente como as fontes alternativas de energia (eólica, nuclear e os biocombustíveis).

Desde 1999 as inserções de temas transversais abordando a questão da poluição, tratamento de águas, lixo, uso de combustíveis e plásticos, fabricação de produtos de higiene, uso de cosméticos e produtos alimentícios legitimados como temáticas escolares, passaram a incorporar os conteúdos do ensino de Química (BRASIL, 1999, 2002, 2006). Com a inclusão das temáticas acima, passou-se a exigir do professor mais autônomo e dedicado uma nova postura e reflexão quanto ao tratamento dos conteúdos químicos curriculares abordados em sala de aula. Essa nova abordagem de conteúdos exige do professor e da escola uma tomada de posição diante de problemas fundamentais e urgentes, levando a um novo paradigma sobre o ensino, aprendizagem, procedimentos e concepções adotadas.

No ensino de Ciências, e em particular, no ensino de Química, queixas e obstáculos são apontados pelos professores, como o aprender a fazer projetos didáticos e pedagógicos centrados na formação de conceitos, e não na informação (ZUCCO, 2007). Tais queixas e obstáculos são apontados para justificar tantos insucessos dos professores no processo ensino e aprendizagem, em especial, no estudo de conceitos químicos. Diversas questões foram levantadas a partir dos depoimentos de professores de Química no Fórum Nacional Chão da Escola (BRASIL, 2008). Dentre as dificuldades apontadas pelos professores, ênfase em especial foi dada às dificuldades em contextualizarem os conhecimentos químicos.

No processo de produção do conhecimento considera-se a contextualização uma etapa importante para instigar os educandos à visão holística do conhecimento, isto é, “*visualizarem o todo com as suas referidas partes*” (MORAN *et al.*, 2000, p.112). A participação do professor nesta etapa como mediador do processo de aprendizagem será em promover ações para auxiliar e estabelecer as inter-relações entre os conceitos envolvidos que serão explorados em seu projeto didático. Ainda, com relação à contextualização, Moran *et al.* ressaltam que:

Nesta fase do processo torna-se importante: analisar e refletir com os alunos como se realiza o ensino com pesquisa, o que o professor espera deles, o que eles podem esperar do professor, quais os recursos envolvidos no projeto, qual a participação e qual o envolvimento desejados, qual o compromisso que o grupo vai assumir no processo de produção do conhecimento (MORAN *et al.*, 2000, p.112).

É de fundamental importância que o professor reflita e procure socializar com os estudantes a perspectiva crítica da ciência como forma de conhecimento que possibilite encontrar suas razões do “*por que*” estarem estudando uma série de conceitos, aparentemente, isolados e estanques, que não se relacionam entre si e que, desta forma, parecem não ter nenhuma importância para as suas vidas. Além disso, as práticas didáticas tradicionais (ensino por transmissão), onde o professor é o detentor do conhecimento da área (postura dogmática) e a concepção de ciência como corpo objetivo de conhecimentos acumulativo (CACHAPUZ *et al.*, 2000) parecem ainda ser dominantes nas salas de aulas. Estes fatos acabam gerando um completo desinteresse de grande parte dos estudantes. Cabe ao professor de ciências da natureza refletir a natureza do conhecimento, contexto em que se encontra inserido, e, principalmente, a natureza do ser. Com isto, é necessário que o professor tenha interesse em transformar a sua sala de aula, oportunizando condições para propiciar aos estudantes um ambiente saudável, produtivo e interativo.

Uma alternativa é o professor utilizar-se de abordagens disciplinares articuladas com o mundo real e uso de situações problematizadoras que motivem os estudantes a pensar e fazer, visando à formação crítica do cidadão e à tomada de decisão (BRASIL, 1999). Portanto, nós professores precisamos fazer uma reflexão sobre os fundamentos teóricos metodológicos e os objetivos a alcançar no processo ensino e aprendizagem. Sempre que o objetivo seja introduzir o estudante no estudo de um conceito, faz-se necessário selecionar instrumentos ou estratégias que auxiliem o professor a fazer aproximações e verificações sucessivas à emergência dos conceitos (MEIRIEU, 1998). Sob essa perspectiva, o ensino por meio de situações – problema pode muito contribuir. Segundo Meirieu (1998) situação – problema é uma situação didática, que deve apresentar um problema que propicie a mobilização de conhecimentos, procedimentos (saber fazer), atitudes (saber agir), podendo assim desenvolver nos educandos diversas habilidades e competências.

O conteúdo químico propriedades coligativas das soluções está relacionado com vários fenômenos do dia-a-dia dos estudantes como: o fenômeno da osmose responsável pela ascensão da seiva nas plantas, as técnicas de conservação dos alimentos, técnicas utilizadas na produção de cosméticos que resistem a temperaturas muito baixas e uso de aditivos químicos para modificar a temperatura de congelamento e ebulição de um

solvente. Além disso, este conteúdo envolve diversos conceitos químicos importantes como: substância simples e composta, soluções, ponto de fusão, ponto de ebulição, pressão de vapor, osmose, natureza química das substâncias e as forças de interações intermoleculares. Por isso, pode ser um ponto de partida importante para tratá-lo em sala de aula, utilizando como estratégia didática o ensino por Situação-Problema. Diante do exposto, temos como problema de pesquisa:

Como uma seqüência didática vinculada a uma Situação-Problema contribui para aprendizagem das propriedades coligativas das soluções?

A fim de responder a esse problema de pesquisa, temos como objetivo geral:

- *Investigar como uma seqüência didática vinculada a uma Situação-Problema contribui para aprendizagem das propriedades coligativas das soluções.*

E como objetivos específicos:

- *Analisar como os instrumentos didáticos utilizados para resolução da Situação-Problema contribuíram para a compreensão das propriedades coligativas das soluções, suas inter-relações e as relações dessas propriedades com os fenômenos do dia-a-dia do estudante;*
- *Investigar as percepções dos estudantes com relação à seqüência didática e à resolução da Situação-Problema.*

O capítulo 2 refere-se à fundamentação teórica que contém os seguintes tópicos: O ensino de Química, Situação-Problema, organização do ensino – aprendizagem a partir de Situação – Problema e sua relação com a teoria psicológica de Piaget e a teoria sócio-interacionista de Vygotsky, elaboração de uma Situação-Problema, a Situação-Problema e a seqüência didática, a Situação-Problema e a experimentação, a avaliação de uma Situação-Problema e o ensino das propriedades coligativas das soluções.

O capítulo 3 refere-se à metodologia de estudo desenvolvida nesta pesquisa que consiste nas seguintes etapas: o contexto da pesquisa, os sujeitos envolvidos, os procedimentos metodológicos, elaboração de uma Situação-Problema (SP), e proposta de uma seqüência didática que leva em consideração: (i) elaboração de um questionário (avaliação diagnóstica) sobre a temática para levantamento das concepções prévias dos estudantes; (ii) construção e aplicação de um texto sobre a temática relacionada com a

Situação-Problema; (iii) atividades experimentais de cunho investigativo também relacionadas com a Situação-Problema e avaliação das respostas dos estudantes a uma Situação-Problema.

O capítulo 4 refere-se aos resultados da pesquisa e discussão, que consiste dos seguintes dados: análise do questionário de concepções prévias, análise da contribuição do texto , análise atividades experimentais, análise das ações dos participantes, análise das operações mentais dos estudantes para encontrar uma resposta para SP e análise das respostas a SP.

O capítulo 5 refere-se às considerações finais.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1. O Ensino de Química

O professor de Química no exercício de sua profissão depara-se com muitas dificuldades com relação à abordagem dos conteúdos programáticos, devido à complexidade e a abstração inerentes a essa ciência. A aprendizagem, particularmente, do conhecimento químico, exige que se inicie do conhecimento que o estudante manifesta pelo discurso do professor (MORAES *et al.*, 2004). Logo, será de grande importância, no momento do processo ensino e aprendizagem, o planejamento do professor quanto à utilização em sala de aula de materiais didáticos que favoreçam a interdisciplinaridade das matérias e que facilitem a compreensão do conteúdo pelo estudante. De acordo com o autor, será fundamental que os professores, principalmente das disciplinas de ciências da natureza, proponham ao estudante o conhecimento relacionado com temas atuais. *“Concomitantemente com a preocupação da construção do conhecimento científico está também a potencialidade das argumentações em sala de aula.”* (ZANON; FREITAS, 2007). No entanto, segundo Maldaner; Zanon:

Se, eventualmente, são trabalhados determinados temas fora da proposta original de um programa de ensino, isso permanece como mera inserção pontual. Terminada a discussão do tema, volta-se ao mesmo ponto, dando seguimento ao programa tradicional de ensino (ZANON; FREITAS, 2001 p. 48).

Essa explicação faz uma crítica à forma como são trabalhados os temas que não estavam no plano de aula do professor. E, ao levantarem a problemática, discordam do tratamento dado a esses temas, assim, sugerem que os professores poderiam utilizá-los como ferramentas na construção do conhecimento. As orientações curriculares oficiais (BRASIL, 1999, 2002, 2006) recomendam que ao ensino de Química seja dada ênfase ao tratamento de temáticas reais relacionadas com os conteúdos químicos para melhorar a aprendizagem dos estudantes:

Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Desta forma diz: O conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. (Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio – Parte III, p. 66.).

Nesse contexto concordamos com Silva e Núñez (2002 p. 1199), quando dizem: “consideramos a ciência não como acúmulo de descobrimentos, mas como um complexo processo de construção e reconstrução teórica no contexto sócio-histórico dado”, isto quer dizer que não devemos considerar apenas a questão heurística da ciência, isto é, um conjunto de regras e métodos que visam à descoberta, a invenção ou a resolução de problemas. Na verdade, eles chamam a atenção dos professores de ciências ao afirmarem que “a ciência é uma atividade teórico-experimental”. Concordamos com essa posição ao acreditarmos que, conseqüentemente, os conceitos a serem construídos devem ter sentido para os estudantes no trabalho de solução de problemas, por meio do trabalho experimental no laboratório. Consideramos que o professor deve procurar atividades não simplesmente reprodutivas, mas atividades cognoscitiva, criativa e investigativa nas quais os estudantes possam, assim, construir, empregar os saberes assimilados e despertar o interesse para solucionar a dificuldade apresentada.

Mortimer (2000, p.33) afirma que “o papel do professor no ensino de ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador”. Em busca dessa mediação, Maldaner (2000, p. 279) comenta que “Se faz necessário o professor pensar na elaboração de um plano de ensino capaz de tornar os estudantes participativos”.

O papel do professor como mediador é fundamental para que os estudantes se apropriem dos conhecimentos químicos e se envolvam no processo ensino e aprendizagem. Neste aspecto, o que o autor se refere é quanto ao tipo de abordagem que não pode ser apenas carregada de conteúdo sem que haja um diálogo. Este tipo abordagem refere-se ao ensino por transmissão-recepção, onde o professor é o emissor e o estudante receptor das informações. Assim, consideram-se os estudantes seres reprodutores de informações, os quais concebem o conhecimento científico apenas como dado, muitas vezes, sem nenhum sentido para os mesmos. Neste tipo de abordagem de ensino baseado na transmissão-recepção, enfatiza-se a memorização para serem reproduzidos na avaliação como algo inquestionável (SCHNETZLER, 2004). Como resposta a esse método surge o ensino por redescoberta.

Na abordagem de ensino por redescoberta que prioriza a construção do conhecimento dos estudantes a partir da observação e construção de dados (método científico), o aluno

é considerado uma “tábula rasa” e o papel do professor é propor atividades com o objetivo de recolherem dados a partir do fornecimento de material necessário para execução da mesma. Compreendemos que esse tipo de abordagem visa muitas vezes comprovação de leis e teorias (BORGES, 2007).

A partir das dificuldades percebidas nessa abordagem de ensino, surgiu a abordagem por mudança conceitual, visando o confronto entre os conhecimentos prévios e situações de aprendizagens escolares (SCHNETZLER, 2004). Essa abordagem também apresentou limitações quanto ao modelo explicativo do professor não ser o mesmo evidenciado pelo estudante que, desta maneira, poderia não promover uma mudança conceitual significativa. Isto acontece quando os estudantes não conseguem alterar seus sistemas explicativos diante de situações de conflito cognitivo e, simplesmente, fazem uma adaptação da interpretação das observações ou resultados às suas justificativas prévias (SILVA; NÚÑEZ, 2004).

As orientações curriculares apontam a necessidade de mudanças para promover maior eficácia do atual ensino praticado. E, assim, sugerem que o ensino dos conceitos químicos possa servir de alicerce na formação e construção de uma visão de mundo mais articulada, para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação (BRASIL, 1999). Desta maneira, para o professor atender à orientação, acredita-se na relevância do professor apresentar o conhecimento químico em seu caráter dinâmico, multidimensional e histórico. Essa orientação também está em concordância com uma das finalidades da educação em ciências que é a de contribuir na formação de cidadãos esclarecidos, com capacidades de pensamentos críticos no contexto de interações sócio-tecnológicas (CACHAPUZ *et al.*, 2000). Tal entendimento visa alcançar os objetivos e /ou metas para o ensino das ciências. Sendo assim, faz-se necessário tempo para os diálogos em sala de aula, pois a partir destes é que surgirão as situações promotoras do conhecimento com maior aplicabilidade e relevância no dia-a-dia dos estudantes.

Segundo Perrenoud (1999), “traduzir o programa em objetivos de aprendizagem e este em situações e atividades realizáveis não é uma atividade linear” (1999, p.27). Romper com a linearidade e a fragmentação dos conteúdos escolares e torná-los “*contextualizados*” para os estudantes é o grande desafio que hoje se coloca ao contexto escolar e requer do professor domínio e conhecimento do conteúdo e ao mesmo tempo

competência para lidar com situações abertas e tarefas complexas (PERRENOUD, 1999). Neste sentido, vários autores (MEIRIEU, 1998; POZO, 1998; MACEDO, 2002; CACHAPUZ, 1999) apontam a utilização de Situações-Problema como ponto de partida para aprendizagens promotoras do conhecimento escolar. Mas, o que é situação problema? Veremos a seguir.

2.2. A Situação-Problema

Segundo Meirieu, Situação-Problema:

É uma situação didática, na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. Esta aprendizagem que constitui o verdadeiro objetivo da Situação-Problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa. Assim, a produção impõe a aquisição, uma e outra devendo ser o objeto de avaliações distintas. Como toda situação didática, a Situação-Problema deve ser construída, apoiando-se em uma tripla avaliação diagnóstica (motivações, competências e capacidades) Meirieu (1998 P.192).

O autor ressalta que a Situação-Problema deve se apresentar como um “desafio” aos estudantes e também como “estímulo”, que deverá forçá-lo a rever seus conceitos frente às dificuldades (desafios) propostas pelo professor. Dessa forma, a Situação-Problema deve estar no nível cognitivo do estudante e não deverá ser solucionada de forma direta, sendo necessário um processo de reflexão e de tomada de decisões (MEIRIEU, 1998). Além disso, a SP deverá motivá-los a buscar alternativas para tentar resolvê-la. Na realidade, o problema só deverá caracterizar-se, quando, a partir de uma determinada situação, o estudante percebe uma dificuldade que não será resolvida de imediato e, por fim, há então uma ideia de obstáculo a ser superado (CHARNAY, 1996).

O termo obstáculo, segundo Perrenoud (1999), deve ser compreendido como uma certeza adquirida e bem alicerçada, que tem um estatuto de verdade na mente do estudante e não como um “empecilho”. Logo, o ato ou efeito de um obstáculo precisa, em geral, da aplicação de uma Situação-Problema. A ideia de obstáculo, segundo Câmara dos Santos (2002a, p.39), expressa que “diante desse problema o estudante deverá ser capaz de realizar tentativas, estabelecer hipóteses, testar essas hipóteses e validar seus resultados”. Significa que, ao enfatizar o problema e a situação, o professor deverá procurar meios para encaminhar a aprendizagem, utilizando-se de uma abordagem não “mecanicista”, em busca da resposta esperada e/ou seguindo apenas

caminhos anteriormente direcionados por ele, mas principalmente elaborando atividades com procedimentos que sejam capazes de estimular os estudantes para realização das tarefas e instigarem a curiosidade desses para levantar suposições que possam norteá-los em busca de uma resposta para a SP (MEIRIEU, 1998). A partir dos resultados obtidos das atividades, os estudantes também podem lançar mão dos seus conhecimentos prévios que podem ser insuficientes para encontrar a solução da SP, e, assim, a Situação-Problema deverá forçá-los a rever seus conceitos frente às dificuldades e aos desafios propostos pelo professor (MEIRIEU, 1998). Sendo assim, o papel do professor durante o processo ensino e aprendizagem será de mediador dessa aprendizagem, e ele deverá buscar aperfeiçoar as condições de trabalho na sala de aula para que o estudante, ao tentar resolver a SP, seja capaz de criar as estratégias adequadas e necessárias para encontrar uma solução.

Com relação às estratégias e condições adequadas para resolver a SP, Chassot (1993, p.41) ressalta que “é preciso um ensino que desenvolva no aluno a capacidade de “ver” a Química que ocorre nas múltiplas situações reais, que se apresentam modificadas a cada momento”. Logo, o professor deverá oportunizar aos educandos atividades que permitam facilitar a leitura de mundo, como forma do estudante dialogar, intervir como cidadão em busca de melhorar o mundo em que se encontra inserido. Em concomitância com esse tipo de situação, acredita-se que será necessário ao professor, encaminhar uma aprendizagem que seja capaz de orientá-los no desenvolvimento de um “processo científico” que se oponha ao processo “mecanicista” e que, desta forma, possa utilizar-se do conceito a ser construído como ferramenta durante a resolução da SP.

2.2.1. Organização do ensino e aprendizagem a partir de situação – problema e sua relação com a teoria psicológica de Piaget e a teoria sócio-interacionista de Vygotsky.

Na perspectiva da epistemologia genética, a pedagogia deve encontrar meios de submeter o educando a lidar com situações que possam estimular e promover desafios, pois, atualmente o mundo exige do sujeito, a todo o momento, que ele encontre meios para enfrentar situações, as quais só podem ser solucionadas com o desenvolvimento da inteligência (sujeito ativo) (CASTORINA *et al*, 2008).

A psicologia genética foi criada a partir das teorias e pesquisas piagetianas, cujo processo pedagógico modifica-se a todo o momento por respeitar o nível mental cognoscitivo do sujeito. Segundo Lima (1984), a pedagogia piagetiana (método psicogenético) apóia-se em dez mandamentos da escola piagetiana. Nesta pesquisa, adaptamos oito ao ensino por Situação-Problema. As relações mais importantes são:

1. O ensino por Situação-Problema promove o desafio à pesquisa, à descoberta e inovação, onde a resposta para o problema deve ser aceita mesmo que "errada", pois a mesma corresponde ao nível mental do indivíduo;
2. Levar os educandos a discutir a mesma situação proposta respeitando suas conclusões.
3. Trabalhar em grupo para estimular a solidariedade, sem deixar de considerar a individualidade do sujeito;
4. Utilizar materiais concretos para auxiliar os educandos na compreensão de conteúdo que exige certo grau de abstração;
5. Oportunizar atividades (tarefas) com diferentes graus de complexidade, respeitando o nível cognitivo do educando;
6. Diversificar o material didático para auxiliar na contextualização do conceito;
7. Tomada de consciência, por parte dos educando, dos meios utilizados para executar a tarefa, como forma de construir a consciência social a partir da discussão e confrontos para chegar ao ponto comum, respeitando a posição de cada membro do grupo.
8. Orientar a aprendizagem e deixar claros os objetivos a ser alcançados buscando meios que possam responder aos objetivos determinados.

Na escola piagetiana o conceito pode ser construído a partir de uma relação que acontece, na medida em que o sujeito age sobre o objeto do conhecimento e sofre uma ação desse objeto, o que poderá possibilitar a construção do conhecimento que passa por uma questão epistemológica (GORMAN, 1976). Além disso, segundo Castorina *et al* (2008), a construção do conhecimento que passa por uma questão epistemológica não deve ser relacionada à instrução escolar, por que a aprendizagem deriva do desenvolvimento cognitivo do sujeito e caberia a escola disponibilizar os instrumentos lógicos para auxiliá-lo na construção do conhecimento. Para Piaget e “piagetianos”, a

posição construtivista centrada apenas na produção cognitiva a partir das interações com o mundo dos objetos não pode deixar de rejeitar a instrução, já que as crianças não conseguem elaborar por si mesmas esses saberes unicamente com ajuda dos seus instrumentos lógicos. Logo, os sistemas estruturais de conhecimento (conceitos) em Piaget podem ser estudados com o sujeito em atividade (ativo) na construção do conhecimento como objeto do desenvolvimento da inteligência. A princípio, essa posição serve para explicar o desenvolvimento cognitivo do processo de construção de estruturas lógicas, isto, quando aliada a fatores internos (mecanismos endógenos), o que faz da aprendizagem uma função do próprio desenvolvimento (CASTORINA *et al*, 2008).

Segundo Piaget (1975), em qualquer meio social, os sujeitos podem trocar informações e discutir suas ideias para chegar ou não a um ponto comum, onde a cooperação intelectual tem estreita ligação com o desenvolvimento cognitivo, isto, quando ele está vinculado ao estudo da Psicologia Social Genética, pois, só assim, pode permitir uma melhor compreensão da ação de fatores sociais que, neste caso, se refere ao agrupamento operatório (vida social), como forma de equilíbrio das ações interindividuais (ações individuais) em prol da sua autonomia durante o processo de construção do conhecimento (CASTORINA *et al*, 2008).

Piaget (1975) defende que a aquisição do conhecimento é um processo dinâmico (sujeito – objeto) e necessita do esforço de assimilação ativa do sujeito para alcançar o ponto de equilíbrio entre seu projeto e seu meio (MEIRIEU, 1998). Logo, no processo de construção do conhecimento, o indivíduo necessita agir e transformar os objetos, isto é, o conhecimento não pode se reduzir a meros registros de informações pelo sujeito já existente no mundo que se encontra inserido, mas, na verdade deve ser uma construção progressiva da estrutura cognitiva do sujeito. Segundo o princípio de continuidade “um progresso só se realiza através de uma experiência que prolonga uma experiência anterior” (MEIRIEU, 1998 p. 73). Entretanto, do ponto de vista “piagetiano” a prática educativa não pode ser considerada uma representação da teoria mais geral de aprendizagem em busca de transmitir saberes já construídos, mas, na verdade esses saberes muitas vezes não podem ser adquiridos pelos educandos sem uma intervenção docente de qualidade capaz de reorganizar as ideias prévias dos estudantes em direção do saber a ser ensinado (MEIRIEU, 1998). Diante disto, podemos afirmar que, durante a

resolução da SP, o educando está sempre submetido ao emprego explícito de contradições para superação das suas concepções prévias, que exigirá constantemente manutenção de comportamento durante o trabalho na busca de coerência de suas observações para conseguir generalizá-las (MEIRIEU, 1998). Neste caso, será necessário, para atender tais condições de trabalho, que o professor atue como mediador do processo ensino e aprendizagem, elaborando Situações-Problema capazes de produzir contradições, ou seja, conflitos nos estudantes. Assim, podemos considerar que tal procedimento deverá constar nas ações pedagógicas para facilitar o processo de ensino- aprendizagem. Segundo a perspectiva psicológica de Piaget (1975), baseada na sua teoria da equilibração cognitiva, que tem o mecanismo assimilação-acomodação como uma condição fundamental para o funcionamento intelectual do indivíduo, perante uma situação de conflito, o mecanismo de equilibração previsto ocorre por meio de três fases:

- Um **comportamento alfa** consiste na tentativa de neutralizar o conflito, sem dá a devida importância à perturbação. É uma situação de equilíbrio precária em decorrência de uma situação ladeada de incertezas, interrogações. Um exemplo seria os conflitos que surgem no decorrer das tarefas a serem desenvolvidas pelos estudantes, propostas por Meirieu (1998) como suportes facilitadores (conceitos chaves) para auxiliá-los a encontrar uma resposta para SP. Por exemplo, atribuir uma irregularidade ocorrida no decorrer da atividade a uma precariedade do equipamento utilizado (termômetro, balança, cronômetro, equipamento de aquecimento);
- Um **comportamento beta** consiste em procurar incorporar a perturbação ao sistema cognitivo do estudante. Assim, ao tentar esclarecer o fenômeno, a justificativa encontrada está simplesmente baseada em hipóteses levantadas pelos estudantes no decorrer da atividade investigativa que não estão coerentes com o conhecimento científico. Consequentemente, o equilíbrio fica restabelecido apenas parcialmente. Um exemplo seria quando o estudante, ao tentar justificar a volatilidade de um solvente, associa erroneamente a maior pressão de vapor do solvente à baixa densidade desse solvente. Na verdade, a maior pressão de vapor do solvente se deve às menores forças de atração entre as moléculas do solvente.
- Um **comportamento gama** consiste na retomada do equilíbrio mediante ação diagnóstica de forma antecipadora previdente e/ou dedutiva, a partir dos fatos e

argumentos. Logo, o estudante, ao observar o fenômeno, deve ser capaz de fazer, mediante a socialização e confronto do registro das informações obtidas durante o desenvolvimento das tarefas-problema, a inter-relação dessas informações com os conceitos científicos estudados para chegar a uma resposta para SP.

Em relação ao ensino por Situação – Problema, cuja base é considerada construtivista, pode-se admitir que exista uma estreita relação dessa estratégia didática com os três pilares do pensamento de Vygotsky, por manter os educandos ativos e em interação com o objeto de aprendizagem mediados pelos instrumentos didáticos fornecidos para auxiliar o educando em busca de encontrar a resposta para SP. Logo, a todo o momento, ocorre a interação corpo/mente. Essa interação acontece quando os educandos executam as tarefas e, concomitantemente, realizam as operações mentais requisitadas (induzir, deduzir, dialetizar, divergir). Além disso, o uso de mediadores de aprendizagem (instrumentos didáticos) aumenta a capacidade de atenção e a interação sujeito/objeto em prol do desenvolvimento da função cognoscitiva do sujeito, visando alcançar maior controle espontâneo do educando sobre sua atividade (ser social) (OLIVEIRA, 1993).

Segundo a teoria de Vygotsky, a evolução e desenvolvimento do sujeito no processo ensino e aprendizagem recorrem a mudanças qualitativas, onde é fundamental o uso dos signos que são construções da mente humana, que estabelecem uma relação de mediação entre o homem e a realidade, e à “linguagem”, um sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos. Deste modo, a linguagem configura-se como sistema simbólico que exerce um papel fundamental na comunicação entre os membros e no estabelecimento de significados compartilhados que possibilitam ao educando interpretações do mundo real (OLIVEIRA, 1993).

Os signos são utilizados em atividades que exigem do sujeito memória ou atenção como: uso de termômetro para leitura da temperatura; registro de informações sobre as propriedades de uma substância; uso do cronômetro para a contagem do tempo. Esses signos também ampliam uso de outros instrumentos (tabelas, mapas etc.). Com isto, nas atividades psicológicas, os signos têm o papel de verificar a relação entre a percepção e a ação motora na criança.

No que se refere à percepção, segundo Vygotsky:

É centrada no fato de que, ao longo do desenvolvimento humano, a percepção torna-se cada vez mais um processo complexo, que se distancia das determinações fisiológicas dos órgãos sensoriais embora, obviamente, continue a basear-se nas possibilidades desses órgãos físicos (OLIVEIRA, 1993 p. 73).

Desta maneira, atribui-se, como pressupostos fundamentais para explicar o funcionamento da percepção, a mediação simbólica e a origem sócio-cultural dos processos psicológicos superiores definidos pelo aparato perceptivo da espécie humana, que se caracteriza numa relação direta entre o indivíduo e o meio, ao longo do seu desenvolvimento por meio da internalização da linguagem, conceitos e significados culturalmente desenvolvidos, onde passa a ser mediada por conteúdos culturais. Logo, a nossa relação perceptual com o mundo não se dá pelo o que é próprio do ser físico isolado, e sim, a partir de situações concretas em que nos habituamos a interagir com esse objeto.

Os sistemas de representações do sujeito funcionam como uma espécie de “filtro” que permitem a mediação entre o sujeito e o mundo. A princípio, a mediação só acontece quando o sujeito é capaz de ver o mundo e operar sobre ele (OLIVEIRA, 1993). Assim, ao tomar como exemplo à Situação-Problema quando a mesma é apresentada pela primeira vez ao estudante, normalmente, ele não tem condições de interpretá-la ou resolvê-la, sem antes passar por uma aprendizagem precisa, pois ainda não dispõe da representação simbólica, isto é, do “instrumento psicológico” que permita a sua compreensão (MEIRIEU, 1998). Porém, a partir das atividades (tarefas) desenvolvidas e do contato direto com os signos fornecidos nas atividades, é que o educando vai construir seu sistema de signos, o qual consistirá numa espécie de “código” para a decifração da SP.

A teoria de Vygotsky não oferece uma interpretação completa do percurso psicológico do “ser” e sim reflexões e dados sobre os aspectos do seu desenvolvimento. Porém, dá ênfase a importância dos processos de aprendizado ao revelar que a aprendizagem “*é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores etc. A partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente e as outras pessoas*” (OLIVEIRA, 1993 p. 57), ressaltando a dependência recíproca daquele que aprende e aquele que ensina (interação-Social). Além disso, a teoria de Vygotsky diz que entre o desenvolvimento e aprendizado encontra-se o conceito de Zona de desenvolvimento proximal ou potencial – que Vygotsky define como:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração de companheiros mais capazes (OLIVEIRA, 1993 p. 60).

Assim, na Situação-Problema considera-se que a zona de desenvolvimento proximal será o percurso que o indivíduo deverá percorrer para responder a SP em função das operações mentais solicitadas que ainda estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real (etapas alcançadas) (OLIVEIRA, 1993).

Em termos, a zona de desenvolvimento proximal na SP refere-se ao acompanhamento de desempenho dos educandos em diferentes momentos (tarefas), visando investigar as competências e habilidades dos educandos referentes à sua capacidade de realizar, sozinhos, problemas presentes nas situações do seu dia-a-dia (MEIRIEU, 1998).

Em concordância com essa posição, Oliveira (1993) ressalta que cabe ao professor investigar o que os educandos são capazes de fazer, ou seja, as etapas já alcançadas e conquistadas no percurso da aprendizagem, denominado nível de desenvolvimento real, que não é suficiente para avaliação do percurso, pois necessita da avaliação do nível de desenvolvimento potencial, que são tarefas realizadas com ajuda de pessoas ou companheiros mais capazes a partir de instruções (demonstrações de pistas, assistências, etc.) (OLIVEIRA, 1993). Assim, considera-se que no processo de resolução da SP, a execução das “tarefas-problema” auxiliadas pelos colegas de um mesmo grupo serve para acompanhar o desenvolvimento do educando (nível de desenvolvimento potencial). Neste caso, cabe ao professor obter as informações, utilizando os três tipos de avaliações: diagnóstica, formativa e somativa (MEIRIEU, 1998).

Na avaliação diagnóstica da SP, admite-se que a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) direciona o professor a dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos estudantes, ou seja, considera-se apenas o nível de desenvolvimento real. Com isto, a questão sócio-histórica do grupo (desenvolvimento potencial) e o contexto onde será aplicada a SP deverão ser levados em consideração na elaboração da SP (OLIVEIRA, 1993). Logo, atribuem-se como requisitos a serem considerados na SP: afetividade do grupo;

contexto de aplicação e instrumentos didáticos eficazes, visando nortear os estudantes na compreensão e desenvolvimento da SP (avaliação formativa) (MEIRIEU, 1988).

Segundo Castorina et al, (2008) quando se leva em consideração o contexto, proporciona-se mudanças qualitativas na zona de desenvolvimento proximal do estudante, as quais não acontecem com muita frequência em salas de aula “tradicionais”. Desta maneira, a parceria entre os membros de um mesmo grupo pressupõe um trabalho coletivo para produzir algo que não poderiam produzir individualmente (CASTORINA *et al*, 2008). Além disso, o professor deverá propiciar aos educandos um ambiente democrático e aberto ao diálogo, a troca de ideias, onde a linguagem tem papel fundamental na intervenção do professor para trabalhar os conceitos. Desta maneira, a interação entre o professor e os colegas auxiliará o educando na construção do próprio conhecimento, e até mesmo os outros colegas que, apesar de estarem envolvidos com sua busca para encontrar uma resposta para SP, irão prestar atenção ao que acontece em sua volta, gerando um grande grupo que busca a produção do conhecimento constantemente (CASTORINA *et al*, 2008). Desta maneira, o processo de ensino e aprendizagem ganha um dinamismo e poder de comunicação (interação social). Onde o papel do professor é interferir na zona de desenvolvimento proximal dos educandos para provocar avanços cognitivos que não ocorreriam espontaneamente. Assim, os procedimentos (experimentos, instruções discussões sobre situações do dia-a-dia) são fundamentais na promoção de uma educação de qualidade, e a intervenção do professor e dos colegas será relevante para o desenvolvimento do indivíduo. Em consequência, as reconstruções e as reformulações de significados, transmitidos pelo grupo cultural, irão se transformar em algo novo, a partir do que é observado nos outros, ao realizar as ações que estão além de suas próprias capacidades, contribuindo, assim, para seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 1993).

Em concordância com a posição de Oliveira (1993), considera-se que, no processo de construção do conhecimento, no tocante à SP, o educando deve agir como um “sujeito ativo” numa situação de interação social e o professor deve assumir o papel de “professor reflexivo” da sua prática, em prol de investigar como a interferência de outra pessoa influencia no desempenho de outrem. Desta maneira, observam-se não apenas os resultados obtidos na resposta da SP (avaliação somativa), mas, principalmente, os processos psicológicos em transformação (avaliação formativa). Onde a ação do

professor no ambiente, (pesquisa intervenção) ou pesquisa participante na situação escolar, coloca-se como elemento que faz parte da situação que está sendo estudada (CASTORINA *et al*, 2008). A seguir, apresentaremos, conforme as orientações de Meirieu (1998), o processo de elaboração da SP.

2.2.2. Elaboração de uma Situação-Problema

Segundo Meirieu (1998), para elaboração de uma Situação-Problema é importante a definição dos objetivos, mas, também, a elucidação da ¹operação mental a ser solicitada e a instalação da mesma. Também considera que, para a elucidação da operação mental e a instalação da Situação-Problema, o professor, ao planejar as tarefas, deve programar três tempos para execução:

(i)- tempo de pesquisa;

(ii)-tempo de elaboração;

(iii)-tempo de retomada a crítica

Meirieu (1998) comenta que o resultado de cada fase deverá ser identificado durante a execução de cada tarefa, caracterizando o “objetivo geral” do trabalho por Situação-Problema. (MEIRIEU, 1998). Para alcançar o objetivo do trabalho por SP, Meirieu (1998) considera que cabe ao professor planejar suas ações metodológicas, a fim de atender aos objetivos operacionais, ou seja, “levar o sujeito a desenvolver esquemas mentais específicos que permitam, ao mesmo tempo, adquirir conhecimentos” (MEIRIEU, 1998, p.121), estabelecendo também os seguintes procedimentos:

(i)-estabelecer um objetivo de aquisição; (ii)-questionar-se sobre a operação mental ou a série de operações mentais que permitiriam sua apropriação; (iii)-formalizar então o plano geral do método de aprendizagem, articulando os dispositivos correspondentes (MEIRIEU 1998 p.122).

Para tratar esses dispositivos, Meirieu (1998) destaca três tipos de situações: (i)- situação coletiva dialogada; (ii)- situação individualizada programada; (iii)- situação interativa em pequenos grupos (MEIRIEU, 1998 p.122). Logo, a cada situação, o professor poderá utilizar-se de diversos materiais e ferramentas, neste caso, o dispositivo

¹ Operação mental – Atividade intelectual na qual um sujeito assimila e trata a informação (MEIRIEU, 1998, p.189).

torna-se um método (MEIRIEU, 1998). A seguir, apresentamos um quadro da “operação mental” a ser realizada pelo sujeito para chegar à aquisição proposta e a relação do tipo de dispositivo a ser criado sugerido por (MEIRIEU 1998, p.122).

Que operação mental o sujeito deve realizar para chegar à aquisição proposta?	Que tipo de dispositivo é preciso criar?
<p>1. Deduzir... quer dizer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - colocar-se do ponto de vista das conseqüências de um ato ou de um princípio; - colocar estes à prova de seus efeitos; - estabilizar ou modificar, em seguida à proposta inicial (descentragem, lógica hipotético-dedutiva). 	<p>O professor deve organizar a experimentação das conseqüências, desde que esta não seja perigosa para o sujeito:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seja pela experiência tateada, seguida de um trabalho ou introdução de contra-exemplos; - seja pela interação social, certificando-se de que cada um realizou o mesmo trabalho e de que há rotação das tarefas.
<p>2. Induzir... quer dizer:</p> <ul style="list-style-type: none"> -confrontar elementos (exemplos, fatos, observações) para fazer emergir seu ponto comum (noção, lei, conceito); -alternar as fases de redução e extensão para verificar a validade do procedimento (operações sensório-motoras e concretas). 	<p>O professor deve organizar o confronto dos materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - escolhendo os materiais de maneira que o ponto comum seja suficientemente evidente, fazendo emergir as similaridades; - introduzindo um ou mais intrusos para descobrir a originalidade do ponto comum; - pedindo ao aluno para descobrir um novo material para que chegue à especificidade do ponto comum (verificação pela dedução).
<p>3. Dialelizar... quer dizer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - colocar em interação leis, noções, conceitos; - fazer evoluir variáveis em sentidos diferentes; - chegar à compreensão de um sistema (operações formais, abstrações reflexivas). 	<p>O professor deve organizar a interação entre elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilizando as formas de “jogo” adaptadas; - tendo a preocupação de que a “regra” do jogo encarne o movimento das noções ou das variáveis; - impondo a rotação sistemática dos papéis; - solicitando a busca de novos conceitos a partir da compreensão do sistema (verificação pela dedução).
<p>4. Divergir... quer dizer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - relacionar elementos que pertencem a domínios diferentes; - buscar novas associações, relações originais entre as coisas, as palavras, as noções, os registros de explicação (pensamento sincrético). 	<p>O professor deve organizar o encontro com o inesperado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - impondo relações não habituais; -permitindo avaliar a pertinência das mesmas (verificação pela dedução).

Quadro 1. “Operação mental” a ser realizada pelo sujeito para chegar à aquisição proposta (MEIRIEU, 1998, p.122).

Para chegar à aquisição proposta, Meirieu (1998) chama a atenção do professor para a entrega dos trabalhos, a introdução e verificação do objetivo definido em conjunto, não

esquecendo que “o objetivo principal pedagógico da elaboração da Situação-Problema é o obstáculo a vencer e não a tarefa a realizar” (p. 174). Conforme as orientações de Meirieu (1998), apresentaremos as etapas do processo de elaboração da SP.

1. Qual é o meu objetivo? O que eu pretendo que o aluno adquira e o que para ele representa um patamar de progresso importante?
2. Qual tarefa pode propor que requeira, para ser realizada, o acesso a esse objetivo (comunicação, reconstituição, enigma, ajuste, resolução, etc.)?
3. Qual dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização da tarefa, o acesso ao objetivo?
 - que materiais, documentos, instrumentos devo reunir?
 - quais instruções precisam ser dadas para que os alunos tratem os materiais para cumprir a tarefa?
 - quais exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem?
4. Qual atividade posso propor que permita negociar o dispositivo, segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamentos?

Quadro 2. Etapas essenciais antes da elaboração da Situação-Problema. Fonte: (MEIRIEU, 1998 P. 181)

As etapas descritas no quadro 1 e sugeridas por Meirieu (1998) podem ajudar o professor a elaborar e refletir sobre o trabalho que se pretende realizar, pois, é necessário saber como realizar a tarefa, qual o caminho que pode ser seguido, quais os materiais que são necessários, e principalmente qual o objetivo.

Uma boa questão deve propor um percurso entre uma situação de partida, que corresponde à proposição do enunciado, até um ponto de chegada, que corresponde à escolha da alternativa, suposta pelo avaliado como a que melhor representa a resposta correta (MACEDO 2002, p. 122).

Conforme afirma Silva e Nuñez (2002, p.1200),

para a elaboração de uma situação é necessária: (i)- que a Situação-Problema não pode ser tão fácil que não provoque dificuldades; (ii)- deve projetar-se com caráter perspectivo para dirigir a atividade cognitiva na busca da solução; (iii)- deve ser dinâmica, refletindo as relações casuais múltiplas entre os processos do objetivo de estudo.

Com isso, eles mostram não só a necessidade da definição de estratégias, como também o sentido de voltar atrás quando se obtém respostas inadequadas. Em busca de atender

essas perspectivas, será elaborada uma sequência didática com atividades experimentais orientadas para auxiliar os estudantes no estudo dos conceitos envolvidos no conteúdo das propriedades coligativas das soluções e na resolução da SP.

2.2.3. A Situação-Problema e a sequência didática

Uma sequência didática se constitui numa série de atividades planejadas e orientadas, com o objetivo de promover uma aprendizagem que faça sentido para os educandos, e seja capaz de oferecer atividades com graus de dificuldades diferentes para que os estudantes possam resolver problemas a partir de diferentes hipóteses (MEIRIEU, 1998). A sequência didática deverá dar oportunidade aos estudantes para argumentar, defender suas ideias e responder a SP. Para atender tal expectativa, Lima (1992, p.13) ressalta:

O conteúdo de cada atividade experimental estrutura-se a partir da Situação-Problema, que geralmente encerra numa contradição em nível fenomenológico. A ideia de problema e desafio corrobora como entendimento de que “a inteligência é uma função que só se ativa” diante de uma Situação-Problema. “Ora, todo esse processo escolar que não “desafia” é frenagem do desenvolvimento dessa função”.

O que possibilita essa sequência e a sua avaliação individual sistemática é que, partindo do ponto em comum de cada grupo, o professor deverá fazer um jogo de conflito cognitivo, visando o desenvolvimento da operação mental de indução para suprir o obstáculo de uma nova tarefa. A operação mental de indução ou pensamento indutivo se evidencia quando:

Um sujeito confronta elementos para encontrar o seu ponto comum. A indução pode ser realizada em diferentes níveis e concernir ao reagrupamento segundo uma característica comum (classes de objetos tendo um elemento ou uma função em comum), segundo uma relação comum (espacial, temporal, analógica, semântica...) ou segundo uma estrutura abstrata comum (elaboração conceitual propriamente dita) (MEIRIEU 1998 p.187).

Segundo Pozo e Crespo (1998), para transformar a *solução de problemas* num conteúdo eminentemente procedimental, deve-se saber *fazer* algo, e não só dizê-lo ou compreendê-lo (POZO; CRESPO, 1998). Esta é uma característica que define os conteúdos procedimentais, ou seja, escala dos conhecimentos, pois a função dos procedimentos é justamente automatizar conhecimentos, que de outro modo seriam difíceis e complexos de colocar em ação. Nesse sentido, foi elaborada uma sequência didática com atividades experimentais investigativas, utilizando-se de materiais

concretos. Um dos objetivos dessa sequência didática é auxiliar os estudantes na tentativa de responder a SP, levando em consideração que será importante, ao término de cada atividade experimental, os confrontos dos registros das observações para instigar a curiosidade dos estudantes na execução da próxima atividade. Neste caso, a elaboração da sequência didática levou em consideração os três níveis do conhecimento químico, auxiliando os estudantes na articulação dos conceitos envolvidos no conteúdo das propriedades coligativas das soluções em busca de encontrar a resposta à SP.

Segundo Meirieu (1998 p.178), “a concepção e a aplicação da Situação-Problema devem ser reguladas por um conjunto de dispositivos de avaliação”, a partir dos materiais fornecidos aos estudantes, eles deverão pôr em ação competências e capacidades que já possuem para aquisição de novas, que devem ser avaliadas ao longo do processo da resolução da SP. Apresentaremos a seguir o processo avaliativo da SP.

2.2.4. A avaliação de uma Situação-Problema

Os métodos de avaliação ocupam, sem dúvida nenhuma, espaço relevante no conjunto das práticas pedagógicas aplicadas ao processo de ensino e aprendizagem. Avaliar, neste contexto, não se resume à mecânica do conceito formal e estatístico; não é simplesmente atribuir notas, obrigatórias à decisão de avanço ou retenção em determinadas disciplinas.

A fase da avaliação da SP deverá contemplar momentos de reflexão sobre a participação coletiva dos estudantes e do professor durante todo o processo de aprendizagem, que poderá ser dividida em fases para uma melhor avaliação dos pontos positivos e dificuldades encontradas no processo (MORAN, et al 2000). Existem três tópicos básicos e importantes para a avaliação de uma Situação-Problema, sugerida por Meirieu (1998): avaliação diagnóstica, formativa e somativa, descritas a seguir.

2.2.4.1. A avaliação Diagnóstica

A avaliação Diagnóstica consiste numa avaliação prévia aplicada antes da situação problema. “As argumentações supramencionadas consagram, inevitavelmente, a visão através da qual se atribui à avaliação uma tríplice função: de diagnóstico, de verificação e de apreciação”. Oliveira, (2003 p.2). A primeira abordagem, contemplada pela avaliação diagnóstica (ou inicial), “é a que proporciona informações acerca das

capacidades do estudante antes de iniciar um processo de ensino e aprendizagem" (MIRAS; SOLÉ, 1996, p.381), ou, ainda, busca a determinação da presença ou ausência de habilidades e pré-requisitos, bem como a identificação das causas de repetidas dificuldades na aprendizagem (BLOOM, HASTINGS, MADAUS, 1975).

Tal avaliação pretende averiguar a posição do estudante em face de novas aprendizagens que lhe vão ser propostas, e de aprendizagens anteriores, que servem de base àquelas, no sentido de diagnosticar as dificuldades futuras e, em certos casos, de resolver situações presentes. Para Meirieu (1998), é necessário garantir a possibilidade de realizar a tarefa e de vencer o obstáculo, fazendo com que as instruções sejam utilizadas nos materiais, aplicando capacidades e competências que, estando em interação, devem permitir a aquisição do objetivo.

2.2.4.2. A avaliação Formativa

A avaliação formativa objetiva determinar a posição do estudante ao longo de uma unidade de ensino, no sentido de identificar dificuldades e de lhes dar solução (HAYDT, 1995). Esse aspecto é importante devido à orientação fornecida por este tipo de avaliação, “tanto ao estudo do estudante como ao trabalho do professor, para detectar deficiências na forma de ensinar, possibilitando reformulações no seu trabalho didático” Haydt (1995, p.17).

Nessa pesquisa a avaliação formativa será efetivada durante a realização da Situação-Problema, para o professor avaliar e fazer regulações, apontando desvios e, ainda, sugerindo suportes facilitadores da aprendizagem (conceitos) para auxiliar os estudantes na estruturação das tarefas cognitivas (MEIRIEU, 1998). Assim, compreendemos que a avaliação formativa será um momento para o professor avaliar o processo de ensino e aprendizagem.

Ao observar e refletir sobre a proposta didática durante a execução das tarefas, o professor deverá fazer os ajustes necessários com uma prática metodológica coerente e bem fundamentada. Em consequência, o modelo de intervenção proposto para a resolução da Situação-Problema, suas estratégias, atividades, métodos, técnicas e procedimentos deverão estar subtendido no trabalho.

2.2.4.3. A avaliação Somativa

Segundo Meirieu (1998), a avaliação pode ser realizada ao término da Situação-Problema, com o intuito de avaliar o objetivo metodológico e a forma como foi conduzida, a Situação-Problema, verificando sua eficácia.

A avaliação somativa que “permitirá julgar a eficácia da SP” (MEIRIEU 1998, p.180), será, em relação ao sujeito, o obstáculo e a tarefa. Com relação ao sujeito, refere-se à operação mental introduzida em um dispositivo, em que constam os materiais + instrução-alvo, utilizado para fazer avaliação diagnóstica das competências e avaliação diagnóstica das capacidades anteriores. Entre o sujeito e o obstáculo será realizada a avaliação formativa e regulação metodológica, para avaliar os itinerários diferenciados, que permitem efetuar a mesma operação mental, segundo diversas estratégias. Com relação ao obstáculo que poderá ser considerado um objetivo, deverá ser acessível ao estudante, representando um degrau decisivo no desenvolvimento cognitivo do sujeito, denominando-se como avaliação somativa da aquisição.

Segundo Miras e Solé (1996), a avaliação somativa objetiva avaliar o nível de domínio do educando em uma área de aprendizagem. Essa avaliação tem a intenção de classificar os educandos por níveis de aproveitamento na área de conhecimento e compreensão (aprendizado de fatos, teorias e conceitos) e também competências e habilidades que estão relacionadas com as ações de aprendizagem (análises experimentais, sínteses das informações recebidas, aprendizado colaborativo e cooperativo) (BLOOM, HASTINGS, MADDAUS, 1975).

Na avaliação diagnóstica das motivações, serão avaliadas as ações de comunicar, resolver, utilizar, reconstruir, corrigir, fabricar, encontrar, etc. Assim, na avaliação da eficácia, analisa-se até que ponto foram sendo alcançados os resultados previstos e mesmo se os resultados previstos são pertinentes. Logo, isso permitirá determinar em que medida foram alcançados os objetivos ou não do trabalho (MARTINS *et al*, 2004). Neste contexto, acreditamos que o uso de situações-problema pelo professor, constituiu-se numa estratégia didática apropriada para uma abordagem metodológica, ao nível experimental investigativo. Desta maneira, acreditamos que o uso de Situação-Problema pelo professor em sala de aula é uma estratégia didática importante, para auxiliar o educando na compreensão e visão crítica do ensino de ciências como resultado de uma construção humana coletiva, propiciando aos estudantes o entendimento de diversos

conceitos químicos, no nosso caso, as propriedades coligativas das soluções, que serão abordadas a seguir.

2.3. Ensino das propriedades coligativas das soluções

O conteúdo de propriedades coligativas das soluções, por estar relacionado ao envolvimento de vários conceitos químicos, propicia uma ampla abordagem de questões ambientais e socioeconômicas (VERÍSSIMO, *et al.*, 2008). É de interesse dos estudantes um ensino que promova a compreensão de vários fenômenos naturais do seu dia-a-dia como: a formação do gelo apenas na superfície dos oceanos, o uso do sal para derreter a neve e conservar os alimentos. Com isto, o ensino de Química, visa proporcionar aos estudantes um contato com a Química, de forma a facilitar a apreensão de conceitos fundamentais desta ciência, que é também a base de muitas outras áreas como ciência ambiental e ciências da saúde/alimentação. Como também questionar a aplicação de técnicas utilizadas pela indústria, que contribua na formação do cidadão crítico e para o mundo do trabalho (BRASIL, 1999).

A palavra “coligativa” significa interligada entre si. Coligar, do latim *colligare*, significa unir, ligar, juntar, juntar para um fim comum (SANTOS, 2002). Essa coligação entre as partículas do soluto não volátil dissolvidas em um solvente atribui à solução formada (em relação ao solvente puro) uma série de propriedades denominadas propriedades coligativas das soluções. Usa-se a expressão soluto não volátil, quando o ponto de ebulição do soluto for superior ao do solvente (MIRANDA; SILVA). Essas propriedades são estudadas, comparando-se o comportamento do solvente na solução, em determinadas condições, com o comportamento do respectivo solvente puro nas mesmas condições, e se referem a quatro propriedades físicas características das soluções (abaixamento da pressão de vapor, abaixamento da temperatura de fusão, elevação da temperatura de ebulição e variação da pressão de osmose) (SANTOS, 2005).

As mudanças nas propriedades físicas do solvente na solução são correlacionadas e unidas, pelo fato de dependerem do número de partículas de soluto no solvente presente na solução, e que independe de sua natureza química. Nessa perspectiva, será importante, antes mesmo de o professor iniciar com os estudantes o estudo de cada uma dessas propriedades, criar estratégias metodológicas para inseri-los em atividades

investigativas, que possam subsidiá-los a relacionar os dois grupos de soluções: o das soluções moleculares e o das soluções iônicas. “As soluções moleculares possuem apenas moléculas como partículas dispersas” (FONSECA, 2001, p.133). Ou seja, o número de partículas do soluto existente na solução será igual ao número de moléculas que foram dissolvidas inicialmente no solvente. Fonseca (2001) também afirma que nas soluções iônicas não existem apenas íons dissolvidos como partículas dispersas, podem também apresentar moléculas não-ionizadas ou fórmulas mínimas não dissociadas (íons agrupados) como partículas dispersas (Figura 1).

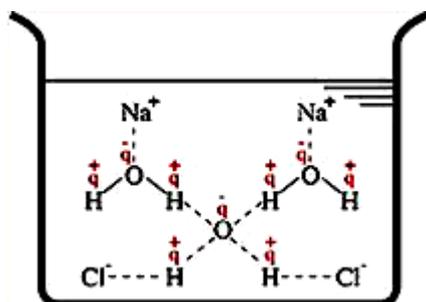


Figura 1: As moléculas de água são polares e com as diferenças de eletronegatividade entre os átomos dos elementos **oxigênio** e **hidrogênio** estabelecem-se as pontes de hidrogênio. Fonte: (Perseu Lúcio Alexander; Helene de Paula).

A partir das interações soluto-solvente, haverá modificações no comportamento do solvente na solução frente ao aquecimento, congelamento e quantidade de vapor do solvente produzido. Logo, percebe-se, ao observar a (figura 1), que os cátions sódio e ânions cloreto são atraídos pelos átomos dos elementos oxigênio e hidrogênio, e atribui à solução formada (em relação ao solvente puro) uma série de propriedades denominadas de coligativas. Com relação à importância dessas propriedades para o Ensino de Química, Santos (2005 p. 431) ressalta que “a correlação entre as propriedades físicas das soluções e a sua composição levou a um grande avanço no entendimento da química das soluções”.

O estudo das medidas dessas propriedades referentes às quatro propriedades físicas das soluções, que a seguir apresentaremos, são as seguintes: *Tonometria*, *criometria*, *ebuliometria* e *osmometria*. As denominações *tonoscopia*, *ebulioscopia*, *crioscopia* e *osmoscopia* são mais precisamente os nomes das propriedades coligativas. A Tonometria estuda o abaixamento da pressão máxima de vapor de um solvente provocada pela adição de um soluto não volátil (FONSECA, 2001). Esse efeito

acontecerá sempre que se adicionar um soluto não volátil e miscível ao líquido, formando a solução. É possível observar os resultados da pressão máxima de vapor de um determinado líquido a uma dada temperatura, experimentalmente, ao realizar a leitura da pressão exercida pelo vapor do líquido no interior do recipiente através de um manômetro (medidor de pressão), inserido num sistema fechado, ou a partir de dados tabelados (Figura 2).

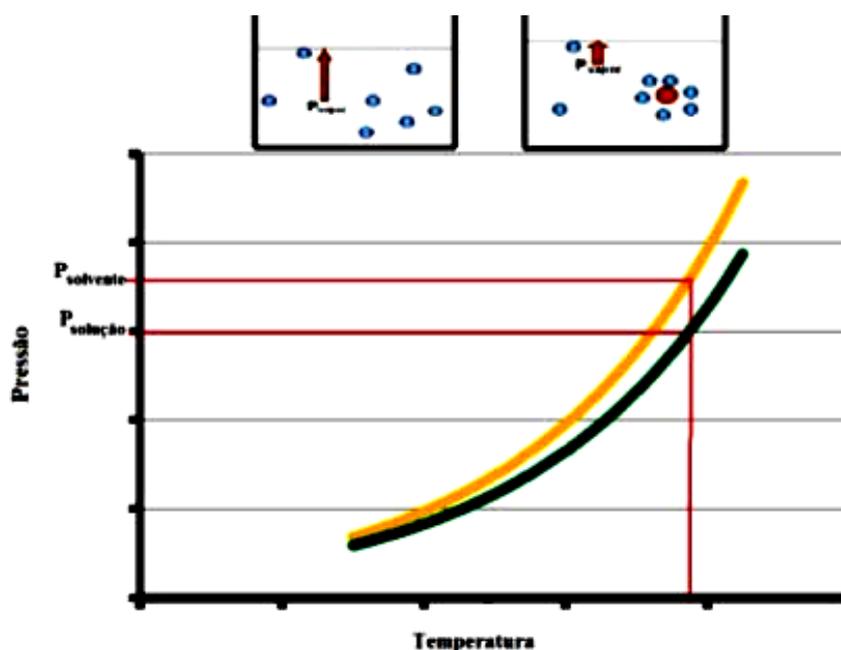


Figura 2: Efeito tonoscópico, provocado pela presença de partículas do soluto na solução. Fonte: (MIRANDA; SILVA In UOL disponível em: <http://educaçao.uol.com.br/propriedadescoligativas.jhtm>)

Ao comparar o solvente puro e a solução nas mesmas condições, a leitura da pressão máxima de vapor do solvente na solução será menor que a pressão máxima de vapor do líquido puro. Isso acontece devido à ocupação das partículas do soluto-não volátil no solvente formando a solução, que impedem a saída do vapor do solvente, diminuindo a pressão do vapor exercida nas paredes do recipiente. (FONSECA, 2001). Considera-se que um líquido atinge a sua pressão máxima de vapor quando as moléculas desse líquido ao passar para a fase de vapor e ao atingir um equilíbrio dinâmico entre a fase líquida e vapor ocupar todo espaço livre do recipiente e exercer determinada pressão sobre as paredes desse recipiente a uma dada temperatura “T” (FONSECA, 2001).

A adição do soluto não volátil ao solvente, formando uma ²solução ideal, baixa a pressão de vapor da fase líquida e interrompe a ebulição. Assim, para a solução voltar à ebulição, faz-se necessário aquecê-la novamente para aumentar a pressão de vapor do líquido, que deverá se igualar à pressão atmosférica onde o líquido se encontra (SANTOS, 2005). Esse fenômeno é denominado efeito ebullioscópico que vamos descrevê-lo a seguir (Figura 3).

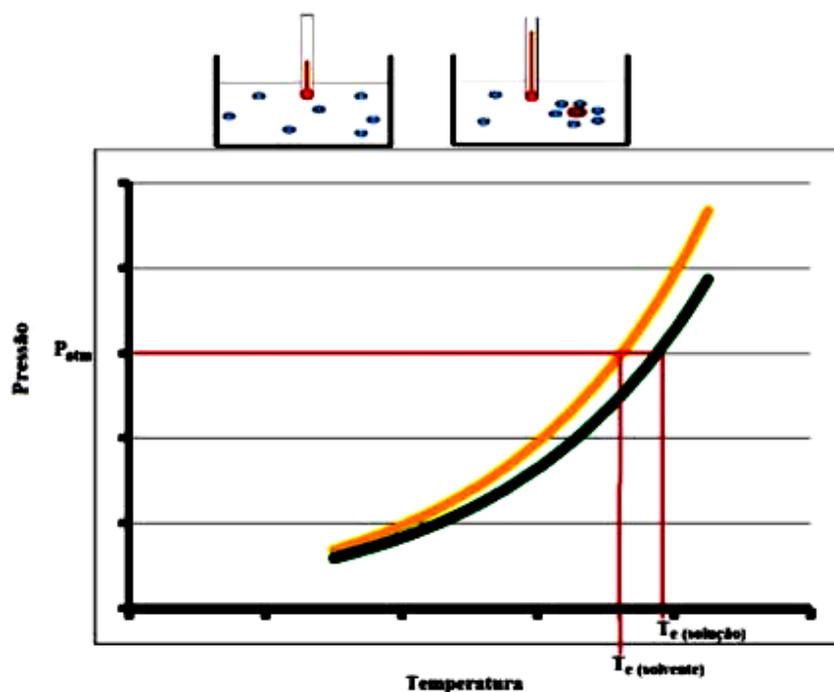


Figura 3: Efeito ebullioscópico, provocado pela presença de partículas do soluto na solução. Fonte: (MIRANDA; SILVA In UOL disponível em: <http://educaçao.uol.com.br/propriedadescoligativas.jhtm>)

Ebuliometria estuda a elevação da temperatura de ebulição do solvente em uma solução. Para que um líquido entre em ebulição é necessário aquecê-lo até que a pressão de vapor fique igual à pressão atmosférica (SANTOS, 2005), entretanto, devido à existência de partículas do soluto não volátil em meio ao solvente, o processo é dificultado. Para explicar este fenômeno, surge a Lei de Raoult. Esta lei estabelece que a pressão de vapor de uma solução é igual à pressão de vapor do solvente puro

² Solução ideal – solução (solvente+solutos) formada sem o acompanhamento de variação de energia e cujas forças atrativas intermoleculares atuantes sobre as moléculas dos seus constituintes (em solução) são de magnitude igual àquelas agindo sobre as moléculas dos componentes separados (TERRON, 1990 p.373).

multiplicado pela fração molar do mesmo. Ou ainda, o efeito coligativo produzido numa solução é diretamente proporcional à proporção em mol/L da mesma.

$$PV_{\text{solução}} = PV_{\text{solvente}} \dots \dots \dots \text{Equação 1}$$

$$X_{\text{solvente}} Ec = KW \dots \dots \dots \text{Equação 2}$$

$PV_{\text{solução}}$ = pressão de vapor da solução;

PV_{solvente} = pressão de vapor do solvente puro;

X = fração em quantidade de matéria do solvente na solução;

Ec = efeito coligativo;

K = constante coligativa;

W = molalidade da solução.

A relação entre o efeito ebulioscópico e a concentração da solução foi estudada pelo cientista francês *François Marie Raoult* (1830-1901), e seus estudos o levaram à seguinte conclusão: “quando o ponto de ebulição de um líquido é elevado pela presença de um soluto não volátil, o novo valor é diretamente proporcional a quantidade em mols da solução” (SANTOS, 2002).

A Criometria estuda a diminuição do ponto de congelamento de um líquido causado pela adição do soluto não volátil (SANTOS, 2002), e está diretamente relacionada ao equilíbrio dinâmico entre as fases líquida e sólida, que ocorre na respectiva pressão máxima de vapor do solvente (Figura 4).

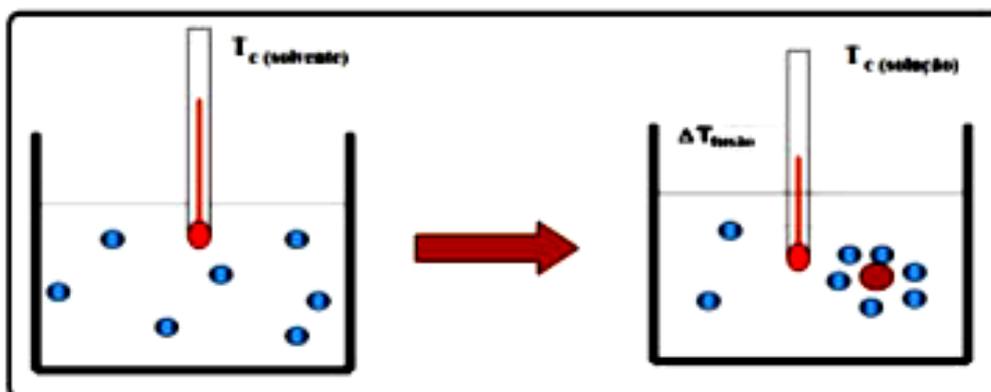


Figura 4: Efeito crioscópico, provocado pela presença de partículas do soluto na solução.
 Fonte:(MIRANDA; SILVA. Disponível em: <http://educaçã.uol.com.br/propriedadescoligativas.jhtm>)

A osmometria estuda a pressão osmótica das soluções ideais. Osmose é a denominação dada ao fenômeno da difusão do solvente através de uma membrana semipermeável (SANTOS, 2002). Esse fenômeno é muito observado em sistemas biológicos celulares como, por exemplo, no controle da concentração de espécies químicas, tais como, íons de sódio e potássio importantes na nossa sobrevivência (Figura 5).

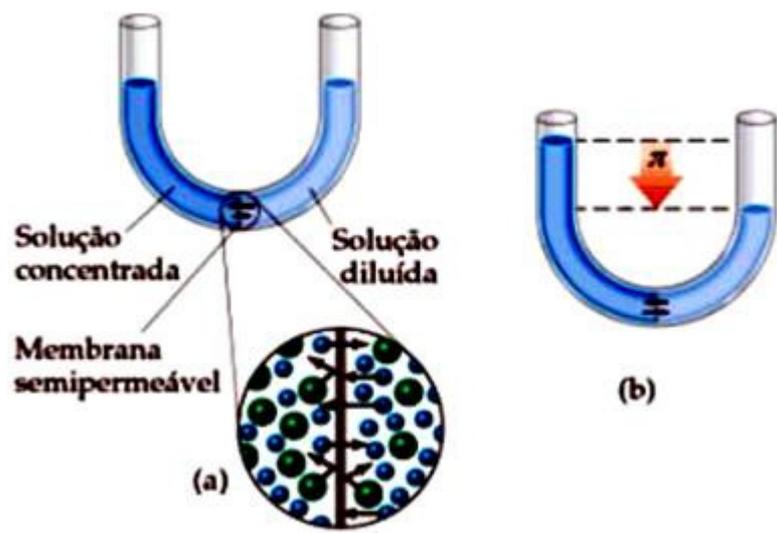


Figura 5: Osmose: (a) movimento resultante de um solvente puro ou de uma solução com baixa concentração para uma solução com alta concentração de soluto; (b) a osmose para quando as pressões exercidas pelos dois lados da membrana se igualam. Fonte: Brown; LeMay; Bursten, *Química - a ciência central*, 2007.

Van't Hoff verificou uma relação de semelhança entre a pressão dos gases e a pressão osmótica das soluções diluídas. Baseado nas experiências de pressão osmótica do estudioso Pfeffer, constatou uma semelhança com as leis dos gases de Boyle e de Charles: “A pressão osmótica de uma solução é igual à pressão que o soluto exercia no estado gasoso, ocupando o mesmo volume da solução, na mesma temperatura.” Assim, justifica-se a aplicação da equação dos gases perfeitos:

$$\pi \cdot V = nR \dots\dots\dots \text{Equação 3.}$$

Onde:

π = pressão osmótica

V = volume da solução

n = quantidade em mols do soluto

R = temperatura absoluta

Equação da Pressão Osmótica

$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T \dots\dots\dots \text{Equação 4.}$$

$$\pi = \frac{n}{V} \cdot R \cdot T \dots\dots\dots \text{Equação 5}$$

Onde: n/V é a concentração mol/L

$$\pi = MRT \dots\dots\dots \text{Equação 6}$$

Onde:

M = concentração em quantidade de matéria (mol/L)

R = constante dos gases perfeitos

T = temperatura absoluta

Onde a pressão osmótica Π depende da concentração de partículas dispersas na solução. Com isto, chamamos de isotônicas as soluções com a mesma pressão osmótica. Quando as soluções osmóticas apresentam diferenças são denominadas anisotônica. As soluções que apresentam intensa pressão osmótica são denominadas hipertônicas, e as soluções de pressão osmótica fraca são hipotônicas.

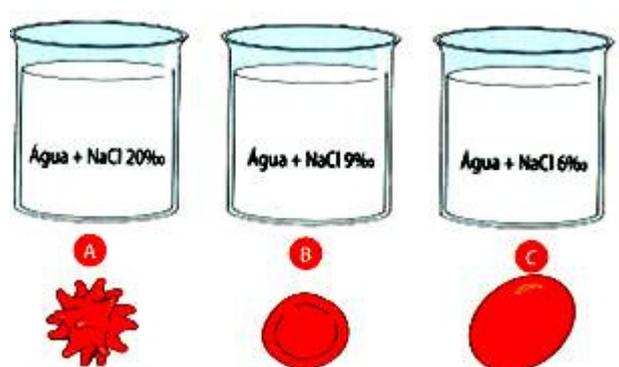


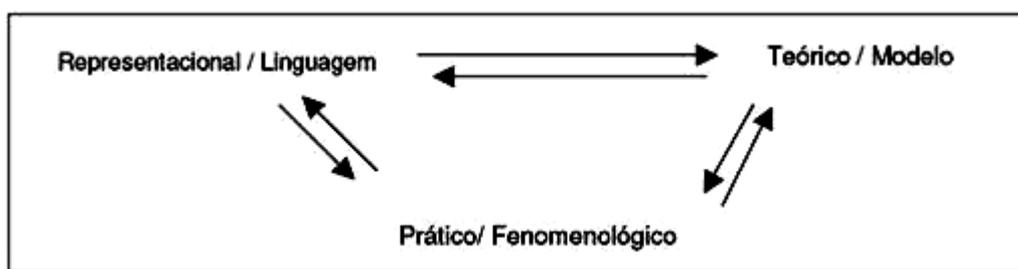
Figura 6: Mostra o Fenômeno da osmose das células do sangue em soluções: isotônicas, hipertônica e hipotônica. Fonte: Barata (2004 p. 3) <http://www.tuta.no.sapo.pt/biologia/osmose.PDF>

Para pressão em atmosfera, o valor de R será $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot (\text{mol} \cdot \text{K})^{-1}$. E para pressão osmótica em milímetro de mercúrio, o valor de R será $62,3 \text{ mm Hg} \cdot \text{L} \cdot (\text{mol} \cdot \text{K})^{-1}$. Para soluções iônicas, devemos usar o fator de correção de Van't Hoff:

$$i = \alpha(q - 1) + 1 \dots\dots\dots \text{Equação 7}$$

$$\pi = MRT \cdot i \dots\dots\dots \text{Equação 8}$$

As propriedades coligativas, em geral, originam-se a partir da redução do potencial químico do solvente em contato com o soluto, que causa o aumento da temperatura de ebulição e a diminuição do ponto de fusão. O estudo de propriedades coligativas requer meios que possibilitem auxiliar o estudante na compreensão das inter-relações entre os conceitos envolvidos. Nesse sentido, a utilização de uma sequência didática vinculada a uma SP que contemple essas inter-relações, e que leve em consideração os três níveis do conhecimento químico, pode ser relevante (figura 7) Mortimer *et al* (2000).



Esquema 1. Níveis do conhecimento químico Fonte: (Mortimer in Minas Gerais. SEEMG, 1998 p. 277)

Assim, o aspecto prático/femenológico será aquele que utilizaremos da observação, isto é, visualização das mudanças nas propriedades físicas do solvente com a adição do soluto não volátil, como também as relações ocorridas com alguns fenômenos do dia-a-dia dos estudantes como: adição do sal para derreter a neve, uso do sal para conservar o alimento, adição do açúcar na salada de frutas que aumenta a quantidade de líquido e conserva o alimento por mais tempo, o manuseio de materiais, de substâncias e de suas transformações, bem como a descrição, análise ou determinação de suas propriedades. O nível representacional compreende a representação das soluções, solvente puro por suas respectivas fórmulas e suas equações químicas. O nível teórico caracteriza-se por um estudo da natureza atômico-molecular, isto é, envolve explicações baseadas em

conceitos abstratos para racionalizar, entender e prever o comportamento das propriedades coligativas. A seguir, apresentaremos uma discussão sobre algumas pesquisas que retratam o ensino das propriedades coligativas.

Segundo Herber (2007), o ensino das propriedades coligativas, por envolver vários conceitos, possibilitará ao professor trabalhar com atividades ‘práticas e investigativas’. Também sugere que a abordagem inicial seja qualitativa sem uso de fórmulas e cálculos matemáticos, pois se o estudante entende o que ocorre, consegue perceber que existe Química neste processo. Ainda, Herber ressalta que uma aprendizagem nesses moldes é um desafio, e caberá ao professor buscar estratégias didáticas que possam auxiliar os educandos a relacionar o conteúdo de propriedades coligativas das soluções com o seu dia-a-dia que, muitas vezes, fica apenas com a opção do livro didático, o que acaba por inviabilizar a contextualização do conteúdo, que será indispensável no processo de construção do conhecimento.

Concordamos com a posição de Vilela *et al.*, (2007), que sugere como uma opção para o professor promover a contextualização, abordagens investigativas, em busca de possibilitar a sistematização de novos conceitos, para oportunizar ao estudante uma alternativa para encontrar respostas argumentadas e criar um alicerce sólido para as mesmas, [...] “desta forma não há substituição conceitual e sim uma evolução conceitual” (VILELA *et al*, 2007 p.39). Como sugestão para auxiliar os estudantes no processo de aprendizagem, Almeida e Quadros (2008) argumentam que parece óbvia a necessidade de reconhecer os conhecimentos do educando e a sua forma de pensar. Significa dizer que será um momento valioso para o professor planejar suas ações, em busca de inserir o estudante no processo de aprendizagem, ou seja, dá sentido ao conhecimento, ao trabalhar com material concreto. Isto significa que será necessário o professor, ao planejar suas ações, buscar e considerar o levantamento das concepções prévias dos educandos, com a intenção de propor atividades que estejam, de certa forma, coerente com o desenvolvimento cognitivo para que eles desenvolvam as atividades propostas.

Almeida e Quadros (2008) referem-se ao conteúdo de propriedades coligativas das soluções como “aparentemente teórico”, porém, consideram que o mesmo está relacionado com diversos fenômenos do dia-a-dia dos estudantes. Sugerem que, dependendo do enfoque dado pelo professor, o conteúdo de propriedades coligativas das

soluções poderá se tornar atrativo para os estudantes, caso seja dada ênfase aos processos físico-químicos, que ocorrem em diversas situações de vivências deles, como por exemplo, redução do tempo de cozimento de alimentos numa panela de pressão, o custo energético e as questões ambientais, como a falta da água potável, que deverão ser consideradas importantes e necessárias para promover o entendimento do conteúdo de propriedades coligativas das soluções (ALMEIDA; QUADROS, 2008).

A importância do estudo das propriedades coligativas das soluções que, na maioria das vezes, não são vivenciadas pelos estudantes por não fazerem parte do planejamento dos professores, não deveria ser esquecida. Pois se trata de um conteúdo relevante, uma vez que as propriedades físicas do solvente se modificam em contato com o soluto não volátil, auxiliando os estudantes a compreenderem as diferentes taxas de evaporação dos rios, lagos, mares, nos efeitos biológicos da presença de microorganismos em diferentes meios líquidos (SEED/PR, 2008).

Concordamos com as posições de Silva e Zanon (2000) que valorizam as atividades práticas como propostas para promover a contextualização, mas quando desenvolvidas a partir da superação de uma visão simplista dada a experimentação. Assim, consideramos que trabalhar o conteúdo de propriedades coligativas a partir de uma abordagem experimental poderá oportunizar aos estudantes um caráter investigativo, que tem como estratégia metodológica a de auxiliar o educando na explicitação da problematização. Consequentemente, acredita-se que os estudantes, a partir do levantamento das suas hipóteses e confrontos de suas respostas com a socialização do conhecimento produzido, possam avançar no processo de construção do conhecimento, em busca de significados desses conhecimentos que são considerados extremamente importantes para o entendimento dos conceitos envolvidos.

Para o professor trabalhar o conteúdo de propriedades coligativas das soluções, que envolve vários conceitos abstratos, como, por exemplo, (forças de interações intermoleculares, osmose, pressão máxima de vapor, solução) com certo grau de abstração, serão exigidas do mesmo diversas habilidades e competência. Assim, acreditamos que o professor, ao planejar suas estratégias de ensino, deverá propor atividades que possam oportunizar aos estudantes a contextualização desses conceitos abstratos. Assim, ao planejar as atividades experimentais de cunho investigativo, a partir de materiais concretos em busca de promover a contextualização dos conceitos,

também poderá instigar as curiosidades dos estudantes em busca de encontrar uma resposta para SP.

Em relação ao ensino de propriedades coligativas, Hartwig (1984) destaca que para o professor trabalhar a relação entre o conceito e a fórmula, o mesmo deverá propiciar aos estudantes a oportunidade de desenvolver o conteúdo de forma conceitual e não apenas algébrica, tanto na exposição teórica como nos problemas. Hartwig (1984 p. 36) ainda diz: [...] é importante que o aluno entenda os fundamentos conceituais de um tema, em vez de simplesmente aplicar fórmulas, realizando cálculos que envolvem noções imperfeitamente incompreendidas. Significa dizer que seria interessante o professor evitar o uso excessivo de fórmulas e dar uma oportunidade aos estudantes, para que, através de seus próprios conhecimentos e raciocínio, possam deduzir as fórmulas com mais compreensão das relações que se encontram envolvidas em cada fórmula.

Hartwig (1984) ressalta que a aprendizagem de fórmulas não deve anteceder os conceitos e princípios, como um processo meramente mecânico, mas deve ter um caráter reversível, isto é, se o estudante é capaz de resolver problemas através de fórmulas, deverá também ter o poder de resolvê-los através de conceitos por elas expressos e das relações entre eles. Neste sentido, destacamos pesquisas realizadas na Secretaria de Educação do Paraná (SEED/DESG, 1993) que apontam para uma problemática sobre o estudo de propriedades coligativas das soluções, que muitas vezes é deixado de lado no planejamento dos professores do ensino médio que, na maioria das vezes, justificam por considerá-lo o conhecimento muito teórico, o que dificulta o trabalhar. No entanto, ressaltam que o conteúdo é de suma importância, por envolver conceitos considerados significativos para o entendimento do comportamento das moléculas nos três estados físicos da matéria e ao ponto tríplice nos diagramas de fases (SEED/DESG, 1993). Mas, também os professores consideram desnecessário privilegiar, na abordagem desse conteúdo, os problemas com aquelas fórmulas enormes, que são simplesmente exercícios matemáticos, ao invés dos conceitos em si (SEED/DESG, 1993). Segundo Contreras (2006), o conteúdo de propriedades coligativas também pode ser trabalhado como proposta interdisciplinar, com o objetivo de fortalecer e auxiliar o processo por onde o educando transforma o conhecimento não entendido em conhecimento aprendido, utilizando-se de atividade experimental (CONTRERAS, 2006).

Considerando como estratégia didática em busca de fortalecer o trabalho interdisciplinar, Contreras (2006) oportunizou aos estudantes um trabalho experimental para fazer a abordagem interdisciplinar do conteúdo de propriedades coligativas das soluções e desenvolveu uma atividade experimental intitulada “As propriedades coligativas registradas num plano cartesiano”, com o objetivo dos estudantes realizarem a leitura e registro da temperatura de ebulição, ao fazer a comparação entre dois sistemas distintos: o primeiro sistema contendo solvente puro (água destilada) e o segundo sistema contendo solução de salmoura (água+sal) para realizar um estudo dos efeitos coligativos: tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia e osmose.

Apesar de ser um trabalho com proposta dialógica interdisciplinar a partir de atividades desafiadoras, haveria a necessidade de uma ação mediadora dos professores, para oportunizar aos estudantes um momento de discussão para auxiliar os educandos na compreensão dos conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas como (temperatura de ebulição, forças de interações intermoleculares, osmose). Assim, consideramos que será importante o professor, ao planejar suas ações, visar momentos de socialização do conhecimento como forma de contribuir no processo de construção do conhecimento. A seguir, faremos uma análise entre as atividades experimentais e a situação- problema, que nesta pesquisa visa auxiliar os estudantes a encontrar uma resposta para SP.

2.4. Situação-Problema e a Experimentação

As atividades experimentais introduzidas nos currículos escolares de ciências da natureza são utilizadas como estratégias de ensino há mais de três décadas (GOI ; SANTOS, 2008). Em trabalhos desenvolvidos nas décadas 70 e 80, professores questionam a efetividade dos trabalhos experimentais baseados na investigação (HOFSTTEIN; LUNETTA, 1982). E, assim, apontam falhas de nível metodológico na abordagem experimental investigativa, quando utilizada apenas como uma abordagem ilustrativa para validação do conhecimento teórico, ao restringir a participação do estudante a meros reprodutores do conhecimento científico, ou seja, observadores de atividades experimentais para a validação deturpada do conhecimento científico (ZULIANI; ÂNGELO, 2001).

Para promover e efetivar o trabalho experimental, surge as experimentações “livres”, que não consideraram o papel importante das construções das hipóteses e a coerência do conhecimento a ser construído durante o desenvolvimento dos trabalhos experimentais (GIL PÉREZ, 1996). Neste sentido, significa dizer que os estudantes desenvolvem o trabalho experimental e, ao mesmo tempo, desconhecem o objeto de estudo desse trabalho, isto é, a experimentação é utilizada com o intuito de validar a reprodução dos conhecimentos científicos trabalhados.

Segundo Insalti (1997), é de suma importância o professor planejar estratégias didáticas que possibilitem trabalhar o desenvolvimento das habilidades dos estudantes, no que se refere ao fato de auxiliá-los a relacionar os conceitos trabalhados pelo professor aos fenômenos observados no laboratório. Em concordância com essa posição, ressaltamos a importância do professor, o qual, ao planejar as atividades experimentais, deve oportunizar aos estudantes as condições necessárias de aprendizagem para o entendimento do conhecimento científico, não no intuito de responder o “por que desenvolver a atividade científica” e sim perguntar “para quê” desenvolvê-la? Logo, acreditamos que cada estudante necessita compreender o objetivo do conhecimento científico, que não é apenas para consolidar uma educação formal, mas principalmente para inseri-lo de forma ajustada na sociedade.

Segundo Martins *et al.*, (2004), existem competências específicas do domínio científico a serem desenvolvidas pelos estudantes durante o processo de construção do conhecimento: as competências sociais; competências processuais e as Competências comunicativas.

As competências sociais (cooperar em equipe, recolher dados, executar procedimentos, ou interpretar, em termos gerais, informação científica) e as competências processuais (capacidade para observar, experimentar, avaliar, interpretar gráficos, mobilizar) e as competências comunicativas (capacidade para usar e compreender linguagem científica, registrar, ler e argumentar usando informação científica (MARTINS *et al.*, 2004 p.33)

De acordo com Martins *et al.* (2004), nas últimas décadas houve um avanço no que concerne à relevância da consciência social sobre as competências literacia dos indivíduos para avaliar e usar a informação necessária com eficácia em termos sócio-econômico, surgindo em todo mundo uma necessidade de intervenções nos currículos

escolares, enfatizando que essa necessidade não poderá se restringir apenas ao ambiente escolar.

Para atender essas orientações, destacamos Meirieu (1998), ao sugerir uso de Situação-Problema como estratégia didática, que poderá ser utilizada pelo professor para instigar a curiosidade do educando a partir de situações concretas, porém chama a atenção do professor ao planejar as estratégias metodológicas para procurar priorizar atividades que estejam ao nível cognoscitivo do estudante (MEIRIEU, 1998). Em concordância com as orientações de Meirieu (1998), ressaltamos CARRASCOSA *et al.*, (2006), ao comentar que o planejamento das atividades experimentais são relevantes para o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Francisco Jr. (2008), uma das funções da experimentação é mediatizar os educandos e o objeto cognoscitivo. Do nosso ponto de vista, o professor, ao desenvolver atividades de caráter investigativo, deverá aproximar o educando com o objeto de conhecimento, porém, sem utilizar procedimentos repetitivos, mas a partir de atividades problematizadoras que possibilitem os educandos questionar os fenômenos e buscar respostas para seus questionamentos. Com isto, salientamos a necessidade do professor oportunizar aos estudantes atividades de cunho investigativo e, ao mesmo tempo, utilizar-se de materiais concretos, o que poderá contribuir para instigar a curiosidade do estudante durante o processo de resolução da Situação-Problema, que exigirá dos estudantes competências de ordens sociais, processuais e comunicativas tão necessárias para o desenvolvimento do conhecimento científico (MARTINS *et al*, 2004).

Em nossa pesquisa, as atividades experimentais investigativas, desenvolvidas na execução das tarefas, oportunizaram aos educandos minimizar as dificuldades em relacionar os conceitos científicos envolvidos no conteúdo das propriedades coligativas das soluções aos aspectos observáveis dos fenômenos. Segundo Silva e Núñez (2002, p.4), “os conceitos se ressignificam no próprio trabalho de solução de problemas por meio da prática experimental no laboratório”. Logo, o professor, ao planejar as suas estratégias de ensino, estará atuando como mediador no processo ensino e aprendizagem. Assim, o professor ao mediatizar as atividades deverá instigar a curiosidade do estudante para encontrar uma resposta para Situação-Problema (MEIRIEU, 1998).

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA

A proposta desta pesquisa se originou com a constatação, em nossa prática docente, da dificuldade apresentada pela maioria dos estudantes do Ensino Médio em compreender o conteúdo de propriedades coligativas que, por sua vez, envolve vários conceitos que estão interligados. A evidência deste fato pôde ser constatada não apenas ao longo de nossa experiência de ensino com os estudantes do ensino médio, mas também em pesquisas e fóruns com a participação de diversos professores representando vários estados brasileiros. Nosso interesse em desenvolver uma investigação no sentido de contribuir para a melhoria do processo ensino e aprendizagem teve como elemento decisivo a leitura do livro intitulado: “**Aprender... sim, mas como?**” escrito pelo professor Philippe Meirieu da Universidade de Lion II, na França, no ano de 1989, e traduzido para o português em 1998. Esta obra debruça-se sobre os problemas mais frequentes da prática escolar.

A nossa pesquisa tem perspectiva qualitativa com elementos de cunho etnográfico com o contato direto da pesquisadora com os sujeitos da pesquisa em todas as ações metodológicas, inclusive, na implementação da seqüência didática. A pesquisadora foi auxiliada no processo de transcrição dos dados e na videografia. A professora será a própria pesquisadora, por sua familiaridade com a linguagem da seqüência didática, evitando, durante a sessão, possíveis dificuldades para assumir o papel de professora-mediadora da relação ensino e aprendizagem. Foram realizados 3 encontros com duração de 100 minutos cada, perfazendo um total de 300 minutos e 1 encontro com duração de 480 minutos, perfazendo um total 780 minutos.

3.1. Sujeito da pesquisa

A pesquisa foi realizada na escola pública Estadual Almirante Soares Dutra do Estado de Pernambuco, localizada no bairro de Santo Amaro, na cidade do Recife, atualmente, oferecendo o Ensino Profissional e apenas duas turmas do Ensino Médio. A escola escolhida é o local onde a pesquisadora leciona, em virtude das condições serem propícias para o desenvolvimento da pesquisa.

A pesquisa foi desenvolvida com uma turma da 2ª série do Ensino Médio, apresentando a turma que a professora leciona um número reduzido de estudantes, devido a escola não receber novas matrículas no ano de 2009 para cursar o ensino médio, com a previsão de encerramento do Ensino Médio em 2010, permanecendo a Educação Profissional. Assim, em virtude das condições apresentadas, a pesquisa foi desenvolvida com toda a sala, que contém apenas 12 (doze) estudantes, dos quais participaram de todos os momentos apenas 7 (sete), divididos em dois grupos com 2 componentes e 1 grupo com três componentes. A formação foi de livre escolha dos estudantes. A escolha da série surgiu do fato de, tradicionalmente, o conteúdo ser abordado com maior ênfase nesta série, e devido ao envolvimento de vários conceitos vivenciados na primeira série do ensino médio, conforme as Orientações Curriculares Oficiais (BRASIL, 1999, 2002, 2006).

3.1.1. Instrumentos de construção de dados

Foram utilizadas duas formas de registro das atividades dos participantes da pesquisa: registro escrito, e vídeo por filmagem com uso de câmera digital.

3.1.1.1. Registro escrito

Foram utilizadas as respostas dos estudantes com relação ao questionário de investigação das concepções prévias e as fichas de atividades elaboradas, a partir das atividades experimentais, para responder a Situação-Problema, utilizando os aspectos: representacional, macroscópico e microscópico do conhecimento químico, de onde pretendemos fazer a síntese (análise e interpretação) escrita da intervenção.

3.1.1.2. Registro de vídeo com áudio

As atividades dos grupos foram filmadas com câmera digital, com o objetivo de registrar as interações e discussões dos estudantes e entre os membros de cada grupo e a professora, durante as atividades desenvolvidas, impossíveis de serem adquiridas por outras formas de registro.

3.2. Procedimentos Metodológicos

Inicialmente negociamos um contrato pedagógico e didático, procurando incluir os estudantes no processo. Este contrato determinou o tempo necessário para a resolução da Situação-Problema, a constituição dos grupos, os procedimentos durante a resolução da ficha de atividades. O desenvolvimento da pesquisa constou das seguintes etapas:

3.2.1 Etapas do desenvolvimento da pesquisa

Construção dos instrumentos didáticos

Etapa I- Elaboração de uma SP que leva em consideração aspectos que envolvem as propriedades coligativas das soluções. A Situação-Problema foi elaborada tomando com base as orientações de Meirieu (1998), contidas no quadro 2 e descrita a seguir:

Qual é o meu objetivo? O que eu pretendo que o aluno adquira e o que para ele representa um patamar de progresso?

O nosso objetivo foi despertar nos estudantes uma visão crítica da ciência em relação à temática e aos conceitos científicos envolvidos no conteúdo das propriedades coligativas das soluções. Desta forma, desenvolvemos atividades experimentais para auxiliar os estudantes na resolução da SP, visando facilitar a compreensão dos aspectos representacional, macroscópico e microscópico do conhecimento químico para responder a SP e, ao mesmo tempo, provocando desequilibrações sucessivas durante o processo de resolução da SP.

1. Que tarefa posso propor que requeira, para ser realizada, o acesso a esse objetivo (comunicação, reconstrução, enigma, ajuste, resolução etc.) ?

As tarefas propostas foram seis atividades experimentais, para testar as propriedades físicas das soluções e comparar com as propriedades físicas do solvente puro.

3. Que dispositivo devo instalar para que a atividade mental permita, na realização da tarefa, o acesso ao objetivo?

- que materiais, documentos, instrumentos devo reunir?

Foi trabalhado um texto temático sobre a água: soluções e propriedades, um questionário sobre os conceitos envolvidos na temática foi realizado, bem como, foram trabalhados experimentos, modelos moleculares, consultas em tabelas, além de momentos reservados para a socialização do conhecimento, através de debates e intervenção do professor/pesquisador.

- que instrução-alvo devo dar para que os alunos tratem os materiais para cumprir a tarefa?

Os estudantes foram instruídos a trabalhar em grupos, sempre discutindo suas ideias e as confrontando com a ideia do outro, para chegar a um ponto comum em cada grupo, respeitando as ideias dos participantes envolvidos na pesquisa.

A professora/pesquisadora, como mediadora do processo ensino e aprendizagem, disponibilizou aos estudantes acesso irrestrito para esclarecimento e discussão das dúvidas e questionamentos gerados durante a realização das tarefas.

- que exigências devem ser introduzidas para impedir que os sujeitos evitem a aprendizagem?

Os estudantes foram estimulados a seguir uma sequência didática elaborada pela professora/pesquisadora, com atividades experimentais de cunho investigativo, envolvendo conceitos que deverão estar inter-relacionados. Ela procurou instigar a curiosidade dos estudantes envolvidos na pesquisa para ajudá-los a encontrar uma resposta para a SP. Também a professora/pesquisadora solicitou aos estudantes a comunicação, preferencialmente, apenas entre os membros de cada grupo ou com ela própria. Como forma de estimular o interesse dos estudantes na aprendizagem, a nota final da unidade foi atribuída, para avaliar a participação de cada grupo durante as atividades propostas.

4. Que atividades posso propor que permitam negociar o dispositivo segundo diversas estratégias? Como variar os instrumentos, procedimentos, níveis de orientação, modalidades de reagrupamento?

A primeira atividade foi a leitura do texto temático com informações gerais sobre os conceitos envolvidos no estudo das propriedades coligativas das soluções e fenômenos do seu dia-a-dia. Isso contribuiu para, a partir de um debate sobre a temática, instigar a

curiosidade na busca de outras informações, por meio da mídia (internet) e materiais didáticos (livros, revistas, etc.).

A segunda atividade foi com modelos de estruturas moleculares utilizados para auxiliá-los na compreensão da estrutura química das moléculas dos solventes da atividade experimental, justificando a volatilização das substâncias (água destilada, álcool e propanona).

Seguindo essas orientações, a Situação-Problema a seguir foi elaborada:

É comum em países muito frios que as pessoas coloquem sal para ajudar a derreter a neve e impedir que ela se forme novamente nas estradas, a fim de que se evitem acidentes. Outro fenômeno interessante que acontece é quando adicionamos uma porção de sal em água fervendo, pois a mesma para de ferver, precisando ser mais aquecida para que volte à fervura. Utiliza-se também o sal para desidratar e conservar os alimentos. Explique esses fatos, utilizando os aspectos representacional, macroscópico e microscópico do conhecimento químico.

Etapa 2 - Elaboração de um questionário com os conteúdos envolvidos das propriedades coligativas das soluções (apêndice A) a fim de investigar as concepções que os estudantes têm sobre esses conteúdos.

A utilização do questionário se faz necessária para o reconhecimento da professora/pesquisadora da realidade sobre o grupo de amostragem da pesquisa, do nível de conhecimento dos estudantes. Isso deverá contribuir para que, em um espaço de tempo relativamente curto, apresentem-se alguns dados que auxiliem a investigação de como os instrumentos utilizados poderão nortear os estudantes a encontrar resposta para SP.

O questionário aplicado nesta pesquisa apresenta dez perguntas, cada uma com um objetivo sobre o conteúdo das propriedades coligativas e fenômenos do dia-a-dia dos estudantes.

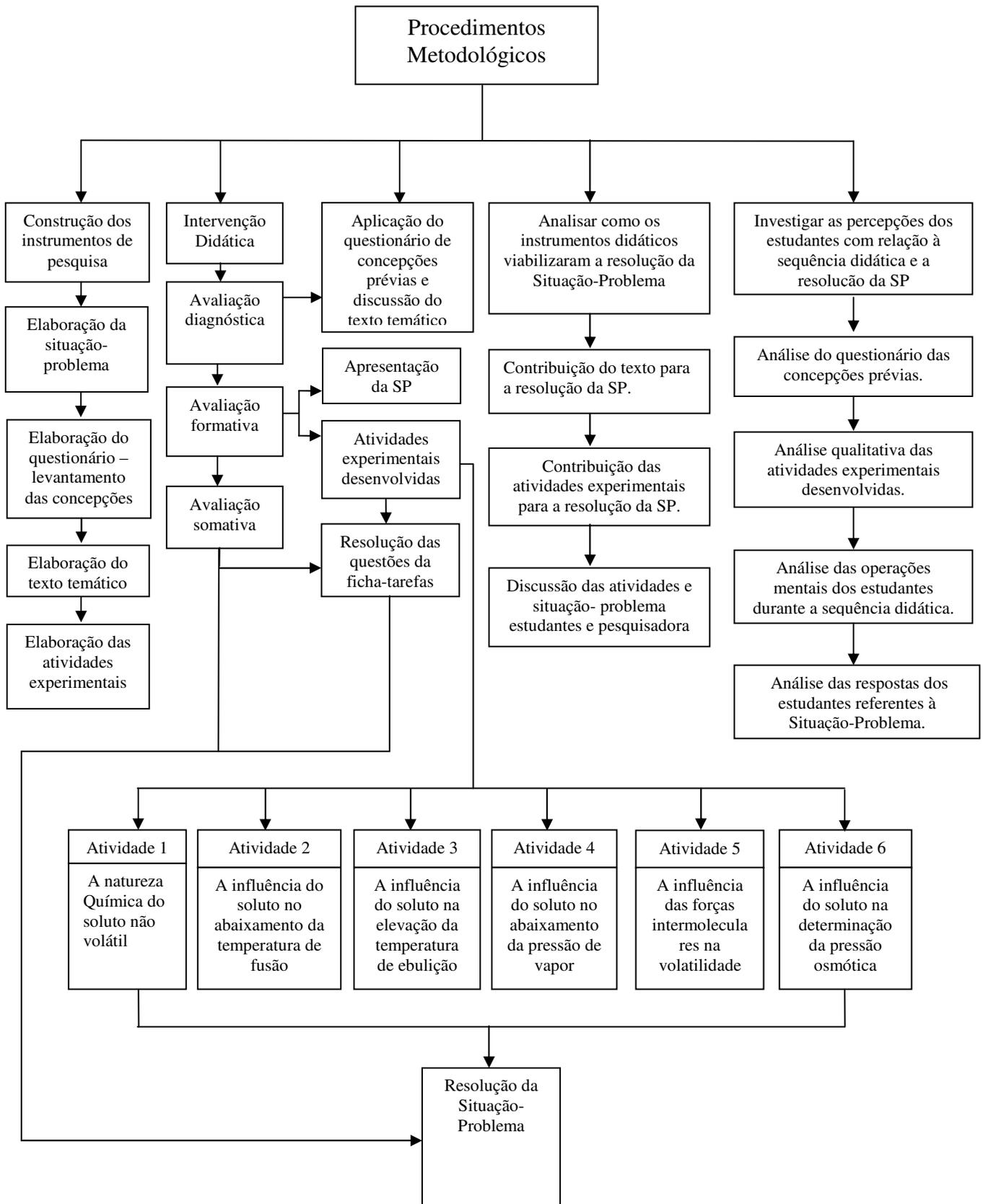
Etapa 3 - Elaboração de um texto intitulado “*Água: soluções e propriedades*” (Apêndice B). Esse texto foi construído com base no livro de Santos *et al* (2005) e outros autores. Esse livro foi escolhido, pois tem uma proposta de abordar conteúdos a partir de temáticas da sociedade.

A elaboração do texto teve como finalidade contextualizar algumas informações tecnológicas utilizadas na indústria química acerca da água: propriedades e soluções, envolvendo situações do dia-a-dia dos estudantes sobre o conteúdo de propriedades coligativas das soluções e, ao término da sua leitura, promover um debate com a participação dos estudantes e a professora/pesquisadora.

Etapa 4 - Foram selecionadas seis atividades experimentais (Esquema 2 p. 52), adaptadas do livro de Santos, et al (2005) e outros autores. Essas atividades são intituladas: testando a natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não eletrolíticas; a influência da adição de um soluto não volátil nas temperaturas de congelamento das soluções; testando a influência da adição do soluto não volátil nas temperaturas de ebulição das soluções; investigando a influência das forças intermoleculares na volatilidade do solvente; testando a influência da adição do soluto não volátil na pressão máxima de vapor do solvente nas soluções; investigando o fenômeno de osmose nos meios hipotônico, isotônico, hipertônico. Apresentaremos, a seguir, o detalhamento da nossa intervenção didática.

3.2.2. Intervenção didática:

Foram realizadas as seguintes atividades: aplicação do questionário de concepções prévias; leitura e discussão do texto intitulado “Água: soluções e propriedades” (apêndice B); apresentação da Situação-Problema, utilizando duas aulas geminadas de química, totalizando 100 minutos de atividades.



Esquema 2 – Procedimentos metodológicos.

Aplicação do questionário

No início da aula, foi aplicado um questionário (apêndice A), constituído por dez questões, que versaram sobre os conceitos envolvidos no conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções para verificarmos a compreensão dos estudantes sobre a temática. A professora/pesquisadora, após a distribuição do questionário, realizou a leitura para o esclarecimento com os estudantes das dez questões, que se encontram descrito no capítulo 4. Neste momento, também se fez necessário o esclarecimento de pontos importantes para o bom desenvolvimento das atividades como:

- I) As respostas do questionário do levantamento das concepções prévias deveriam ser entregues no mesmo dia, antes da leitura do texto temático.
- II) A avaliação bimestral seria processual no decorrer de todas as atividades; aplicação do questionário; leitura e discussão do texto temático; atividades experimentais; registros das respostas da ficha-tarefas, culminando esse trabalho com a apresentação em slides de cada equipe da resposta encontrada para SP.
- III) Serão formados três grupos, compostos por 1 grupo constituído por três estudantes e os outros 2 compostos por dois estudantes, onde deverão permanecer com a mesma formação no decorrer de todo o trabalho proposto.
- IV) A formação de cada grupo será uma escolha espontânea de seus membros, com a contribuição individual de cada membro nas atividades propostas. Será importante para o grupo alcançar o êxito do trabalho.
- V) Não será permitida troca de informações entre os grupos durante a execução das tarefas. Em caso de dúvidas, caberá aos estudantes consultar a professora/pesquisadora que desempenhará o seu papel de mediadora da aprendizagem.

Disponibilização de um texto

Após o levantamento das concepções prévias e explicações apresentadas, foi distribuído aos estudantes um texto intitulado: “Água: soluções e propriedades” (apêndice B), elaborado pela professora/pesquisadora e adaptado do livro Santos *et al* (2005), para discutir com eles os conceitos vinculados à temática, tais como: soluções, natureza das ligações químicas, propriedades físicas das substâncias como: ponto de fusão, ponto de

ebulição, volatilidade, e as forças de interações intermoleculares. Durante a discussão, foram registradas, utilizando a videografia, as interações entre estudantes-professora/pesquisadora; estudantes-estudantes e impressões que eles tiveram sobre a temática e os fenômenos do seu dia-a-dia, envolvendo o conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções para facilitar o processo de resolução da SP.

Apresentação da Situação-Problema

Após a leitura e discussão do texto, a professora/pesquisadora solicitou a formação dos grupos pelos estudantes, em seguida, foi apresentada a Situação-Problema com o conteúdo de propriedades coligativas das soluções, e fez a leitura com os estudantes, fazendo o registro das ações (atitudes e inquietações) durante a apresentação da Situação-Problema, utilizando a videografia digital.

A apresentação da SP e a leitura do texto foram registradas para avaliar como os estudantes se comunicam, formulam hipóteses e tentam resolver o problema apresentado (avaliação formativa). Em seguida, os estudantes participaram das atividades experimentais apresentadas anteriormente no (esquema 2 p. 47).

Atividades experimentais desenvolvidas

O segundo momento foi direcionado aos aspectos macroscópico, microscópico e representacional do conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções, com a execução das atividades experimentais pelos estudantes e discussões das questões com a mediação da Professora/pesquisadora. Para Meirieu (1998), é necessário garantir a possibilidade de realizar a tarefa e de vencer o obstáculo, fazendo com que as instruções sejam utilizadas nos materiais, aplicando capacidades e competências que, ao estarem em interação, devem permitir a aquisição do objetivo. As atividades experimentais serviram para subsidiar os estudantes na resolução da SP, tendo em vista a necessidade da utilização de materiais concretos e contextualizados na construção de determinados conceitos para responder a SP. Estas foram abordadas dentro de uma perspectiva investigativa, que contribui para a aprendizagem dos conceitos envolvidos nessas atividades e que são necessários para a resolução da SP.

Cada atividade teve como objetivo um jogo de conflitos cognitivos e confronto do ponto comum dos registros dos grupos de cada experimento, para o desenvolvimento da

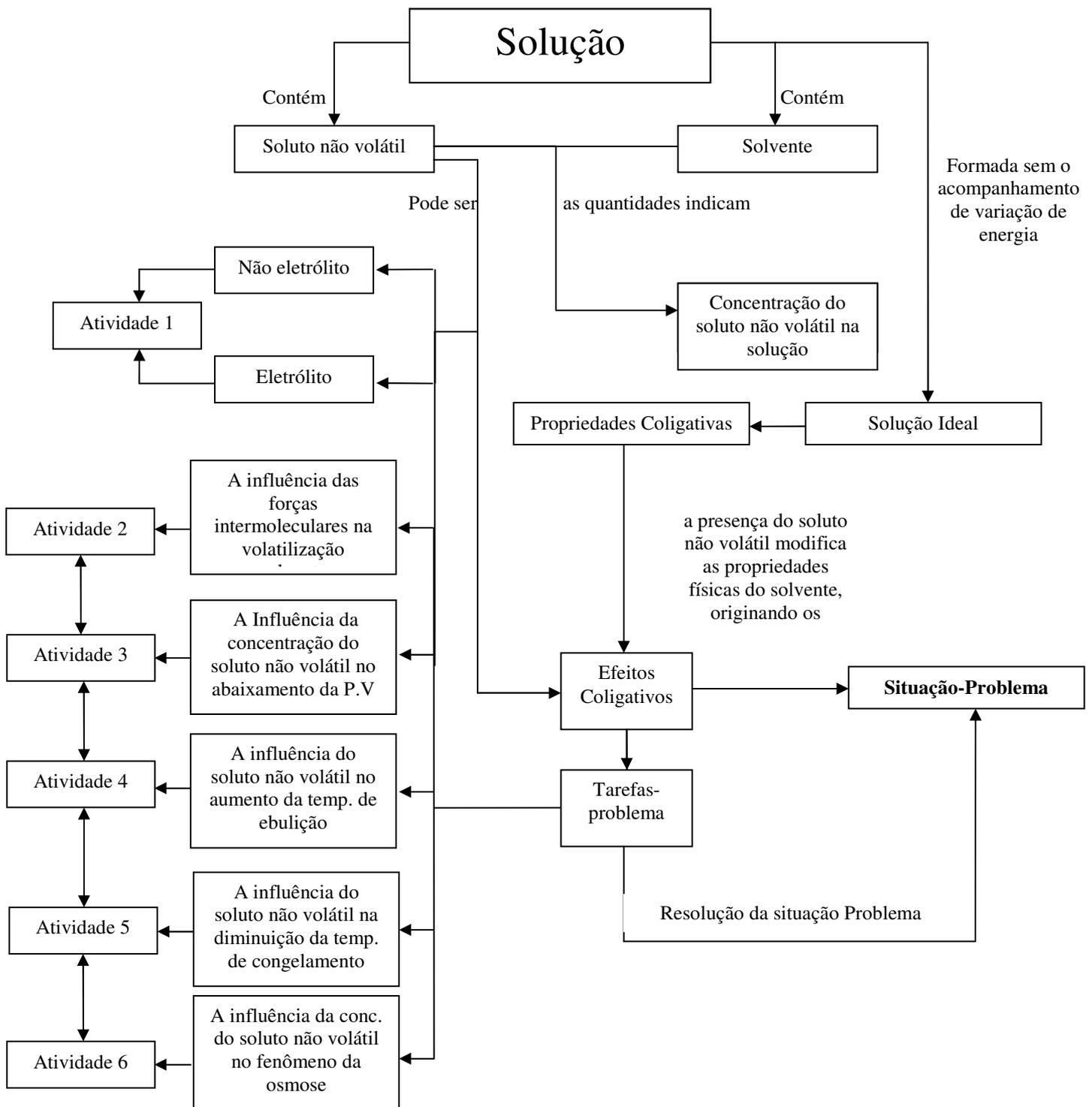
operação mental de indução necessária para suprir o obstáculo de uma nova atividade. E principalmente para, a partir das observações de cada experimento, auxiliar os estudantes a encontrar uma resposta da SP. Antes de iniciar a sequência de atividades, foi elaborada uma “ficha de tarefas” com orientações a partir dos objetivos de aquisição de cada uma, onde figuraram os pontos que permitiam uma análise criteriosa destinada à explicação dos objetivos. No final de cada atividade experimental, o objetivo foi provocar um novo conflito cognitivo nos estudantes na formação de estruturas ou esquemas que, a priori, sejam capazes de auxiliar na percepção e capacidade dos estudantes em extrair as informações a partir dessas atividades desenvolvidas, buscando encontrar a resposta para a SP. Essas informações obtidas pelos estudantes, a priori, possivelmente não se encontram organizadas e necessitam da experiência para organizá-las e integrá-las a outros esquemas para, assim, surgir o conceito.

Os novos registros foram novamente confrontados com o ponto em comum do registro de cada nova atividade experimental. Ao longo desse percurso, o processo de desenvolvimento das atividades foi realizado em busca de simular situações de conflito que possam provocar o desequilíbrio (assimilação-acomodação), possibilitando aos estudantes desenvolver mudanças procedimentais e fazer questionamentos das suas próprias ideias, em busca de comprovações para suas hipóteses, em função de um determinado fundamento teórico que revele o caráter contraditório do conhecimento. Foi importante o professor intervir lembrando as instruções, e aliviar o trabalho, através de suportes facilitadores (conceitos chaves), que foram utilizados como ferramentas, e orientar os estudantes a realizar pesquisas a partir de uma pergunta do ponto em comum, baseados nos resultados obtidos das atividades experimentais 1, 2, 3, 4, 5, 6, desenvolvidas a partir da implementação da sequência didática, em busca das respostas, para, assim, ser resolvida a SP. O (esquema 3 p. 52) mostra os conceitos que têm relação com a Situação-Problema, que foram abordados nas atividades experimentais e necessários aos estudantes responder a SP.

Ao mesmo tempo, no decorrer das atividades experimentais, foram realizados os registros a partir da videografia digital das ações dos estudantes, sendo desenvolvidas as competências de ordens sociais: o respeito que se refere ao cumprimento de normas de segurança: gerais, de proteção pessoal e do ambiente; apresentar e discutir no grupo propostas do trabalho e resultados obtidos; refletir sobre pontos de vista contrários aos

seus; rentabilizar o trabalho em equipe através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final; assumir responsabilidade nas suas posições e atitudes; adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades. Também foi observado o desempenho das competências processuais e comunicativas como: desenvolver a capacidade de selecionar, analisar, avaliar, de modo crítico, informações em situações concretas; desenvolver capacidades de trabalho em grupo: confrontação de ideias, clarificação de pontos de vista, argumentação e contra-argumentação na resolução de tarefas, com vista à apresentação de um produto final.

Essas competências ajudam o educando a desenvolver capacidades de comunicação de ideias oralmente e por escrito, ser crítico e apresentar posições fundamentadas quanto à defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente, desenvolver o gosto por aprender, interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida e/ou com outros de referência, elaborar um relatório (ou sínteses, oralmente ou por escrito, ou noutros formatos) sobre uma atividade experimental por si realizada, analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo ou quadro teórico.



Esquema 3 – Tarefas-problema: efeitos coligativos e os conceitos envolvidos na resolução da SP.

Ao término de cada atividade experimental, a professora/pesquisadora questionou os estudantes, com o intuito de iniciar uma discussão entre estudantes-estudantes e estudantes-Professora/pesquisadora. O objetivo das discussões foi socializar e confrontar o conhecimento dos estudantes sobre os fenômenos observados nas atividades experimentais com os fenômenos encontrados no dia-a-dia deles e, assim, auxiliá-los na resolução da SP.

As discussões também serviram para que a professora/pesquisadora fizesse uma análise comparativa das respostas dos estudantes referentes ao levantamento das concepções prévias sobre os conceitos envolvidos no conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções como: substância pura, misturas e soluções, ligações químicas e forças de interações intermoleculares, volatilidade e osmose, e assim pudesse auxiliá-los no entendimento dos fenômenos concretos observados e/ou conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas, necessários para responder a SP.

Todas as atividades foram desenvolvidas com a seguinte organização: leitura dos procedimentos e explicação, pela professora/pesquisadora, da atividade desenvolvida, discussão pelo grupo das questões propostas, debate com toda a turma e finalização das atividades com ênfase aos aspectos representacional, microscópico e macroscópico, propiciando uma melhor compreensão do conteúdo das Propriedades Coligativas das Soluções e os efeitos coligativos como: tonometria, ebuliometria, criometria e osmometria.

A realização das atividades experimentais de cunho investigativo vinculadas a resolução da Situação-Problema foi um momento valioso para a Professora/pesquisadora, pois foram investigadas as percepções dos estudantes (avaliação formativa), referentes aos instrumentos didáticos utilizados e auxiliá-los a encontrar uma resposta para SP. Este momento foi realizado em uma única etapa no laboratório de química do Depto Química da Universidade Federal Rural de PE (UFRPE) onde os estudantes realizaram as atividades experimentais, responderam as questões descritas na ficha-tarefas com os dados obtidos a partir das observações e registro ao término de cada atividade. Após o registro das observações e das respostas contidas na ficha-tarefas, a professora/pesquisadora oportunizou aos estudantes um momento para socializar e confrontar as respostas encontradas (por grupo) em busca de auxiliá-los a encontrar uma

resposta para SP totalizando 480 minutos. As atividades experimentais encontram-se descritas nos apêndices (C, D, E, F, G, H)

Atividade Experimental 1: testando a natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não – eletrolíticas (Apêndice C).

Esta atividade foi desenvolvida com o objetivo de reconhecer a natureza química do soluto não volátil na solução molecular e na solução iônica em diferentes concentrações, a partir da influência do fator intensidade da corrente elétrica, para promover uma compreensão integrada dos conceitos químicos nos níveis microscópico, macroscópico e representacional.

Foi testada por cada equipe a condutividade elétrica da água destilada e das soluções aquosas de cloreto de sódio e sacarose, a fim de promover a passagem do nível macroscópico para a compreensão dos níveis representacional e microscópico, estimulando os estudantes a investigar a diferença de intensidade de corrente elétrica e, também, a não-condução de corrente elétrica na água destilada e soluções não-eletrolíticas, instigando a curiosidade dos estudantes a buscar uma explicação para justificar, a partir de dados concretos, o fenômeno no interior de cada sistema.

Ao término do experimento, foram aplicadas ao grupo três questões contidas na ficha-tarefas, utilizadas como avaliação formativa, para direcionar as discussões acerca da natureza do soluto não volátil e sua relação com os fenômenos: dissolução, dissociação e ionização na diferença de intensidade de corrente elétrica. Assim, ao término da atividade, cada grupo respondeu e justificou as questões e apresentou respostas para as questões descritas na ficha-tarefas, com o objetivo de promover o confronto e socialização, em que foram justificadas a não condução de corrente elétrica nas soluções não eletrolíticas e a diferença de intensidade de corrente elétrica nas soluções eletrolíticas.

Ao finalizar as discussões com o grande grupo, a professora/pesquisadora fez uma intervenção e explicou aspectos microscópicos como: natureza química das espécies e fenômenos da dissolução, dissociação e ionização, utilizando as equações descritas na ficha-tarefas, com o objetivo de chamar a atenção dos estudantes a respeito da diferença de concentração do soluto não volátil nas soluções iônicas e moleculares, e de promover

a passagem do nível de conhecimento macroscópico para trabalhar os níveis de conhecimentos químicos microscópico e representacional. Desta maneira, eles discutiram a diferença na intensidade de corrente elétrica nas soluções. Em seguida, cada grupo deu início à segunda atividade experimental.

Atividade Experimental 2: Investigando a influência das forças intermoleculares na volatilização do solvente (Apêndice D).

Esta atividade visou oportunizar aos estudantes testar a volatilidade de diferentes solventes e investigar os fatores que influenciam na velocidade da volatilização a partir de uma análise macroscópica, microscópica e representacional do conhecimento químico. Foram aplicadas aos estudantes três questões contidas na ficha-tarefas como avaliação formativa, no intuito de direcionar a discussão acerca da relação entre a volatilidade e as forças intermoleculares a partir da relação entre o ponto de ebulição e a pressão máxima de vapor do solvente puro. Os estudantes apresentaram as respostas (por grupo) para as questões descritas na ficha-tarefas, com o objetivo de promover o confronto e socialização, onde discutiram a diferença na volatilidade de cada solvente a partir do registro da observação sobre o experimento.

Ao término da discussão e registro dos resultados, a professora/pesquisadora fez uma intervenção e instigou a curiosidade dos estudantes, ao tecer comentários sobre a sensação deixada na pele e registro do tempo de volatilização de cada solvente. Os níveis de conhecimento microscópicos e representacional foram utilizados na abordagem dos conceitos, ao explicar as ligações entre os átomos e a formação das pontes de hidrogênios, utilizando o Atomlig 77 educação com o objetivo de auxiliá-los na compreensão do fenômeno. A partir de uma tabela que continha a pressão de vapor de cada solvente, os estudantes fizeram uma relação das forças que atuavam entre as moléculas de cada solvente com os valores tabelados da pressão de vapor encontrado no livro didático (BIANCHI *et al.*, 2005).

Atividade Experimental 3: investigando a influência da concentração do soluto não volátil nos valores da pressão de vapor do solvente (Apêndice E).

Essa atividade foi proposta com o objetivo de instigar a curiosidade do estudante e investigar a influência da adição do soluto não volátil nos valores da pressão de vapor do solvente nas soluções, ao comparar com a pressão máxima de vapor do solvente puro (água). Foi disponibilizada, na ficha-tarefas, uma tabela com valores da pressão máxima de vapor de cada solvente puro, apresentado no livro-didático (BIANCHI *et al*, 2005). Com base nas respostas dos estudantes para as questões descritas na ficha-tarefas, a professora/pesquisadora solicitou uma apresentação (por grupo), em que levantaram algumas hipóteses e comentários de situação do dia-a-dia dos estudantes, envolvendo líquidos considerados voláteis (acetona, álcool, formol, éter) para exemplificar a diferença de volatilidade de cada solvente.

Atividade Experimental 4: investigando a influência da adição do Solute não volátil na temperatura de ebulição das soluções (Apêndice F).

Essa atividade foi desenvolvida com o objetivo de investigar a influência da adição do soluto não volátil de natureza química (molecular ou iônica), ao modificar os valores da temperatura de ebulição do solvente nas soluções.

Ao término da atividade experimental, cada grupo, de posse do seu registro, respondeu as questões descritas na ficha-tarefas. Com base nas respostas dos estudantes, a professora/pesquisadora solicitou uma apresentação das respostas encontradas (por grupo) com o objetivo de promover o confronto dos registros. Durante a socialização das respostas, iniciou uma discussão envolvendo situações do dia-a-dia dos estudantes, comentadas na mídia como: a escassez de água potável; a evaporação de rios e lagos, com o objetivo de contextualizar os fenômenos observados durante a atividade experimental.

Atividade Experimental 5: investigando a influência da adição de um soluto não volátil nos valores da temperatura de congelamento das soluções (Apêndice G).

Essa atividade foi desenvolvida com o objetivo de investigar a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de congelamento do solvente puro (água destilada) e nas soluções de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) (aq), cloreto de sódio (NaCl) (aq), com diferentes concentrações. Ao término do experimento, cada grupo, de posse do registro de observações, respondeu as questões descritas na ficha-tarefas.

Com base nas respostas dos estudantes, a professora/pesquisadora solicitou uma apresentação das respostas (por grupo) e iniciou uma discussão sobre os fenômenos do dia-a-dia dos estudantes, descritos no texto intitulado: Água: Soluções e propriedades, com o objetivo de promover o confronto e socialização das respostas.

Atividade Experimental 6: investigando a influência da concentração do soluto não volátil no fenômeno da osmose (Apêndice H).

Essa atividade foi desenvolvida com o objetivo de investigar a influência da adição do soluto não volátil em relação ao fenômeno de osmose nos meios hipotônico, isotônico e hipertônico. Após a leitura das lâminas preparadas pela Profa Mércia, na aula de Biologia da turma participante, e registro das observações sobre o experimento, cada grupo respondeu as questões contidas na ficha-tarefas. Com base nas respostas encontradas pelos estudantes, a professora/pesquisadora solicitou uma apresentação (por grupo), com o objetivo de promover o confronto e socialização das respostas, onde eles alegaram dificuldades em observar as lâminas, devido à falta do óleo de imersão. Ao término das apresentações, com o confronto do registro das observações (por grupo), a professora/pesquisadora questionou os estudantes sobre os experimentos. Foi um momento valioso para professora/pesquisadora investigar as percepções dos estudantes referentes às atividades experimentais desenvolvidas.

Resolução da Situação-Problema

Tem início com a retomada da leitura da SP, logo após, a professora/pesquisadora faz uma intervenção com apresentação de slides, disponibilizados na web sobre o conteúdo

de propriedades coligativas. Foi um momento propício para discutir acerca dos aspectos importantes do conteúdo das propriedades coligativas das soluções e descrever alguns fenômenos vivenciados no dia-a-dia dos estudantes.

Os grupos foram refeitos e houve uma discussão no sentido de responder a SP e encontrar uma resposta para a mesma. As respostas dos estudantes foram entregues a professora/pesquisadora. Esta analisou as respostas e, em seguida, oportunizou um momento de socialização.

Cada grupo elaborou uma apresentação em slides e apresentou a resposta da SP. No final da apresentação, a professora/pesquisadora iniciou uma discussão e promoveu o confronto de todas as respostas encontradas à SP. Foi também um momento de retorno, em que a professora/pesquisadora obteve opiniões acerca do processo como um todo, validando a utilização da Situação-Problema, elaborada como estratégia didática no ensino do conteúdo de propriedades coligativas, um dos objetivos do nosso trabalho.

3.3. Análise da sequência didática a partir da Situação-Problema

Os dados obtidos foram estudados em quatro âmbitos: análise das concepções prévias dos estudantes; leitura e discussão de um texto temático intitulado: Água: Soluções e propriedades – avaliação diagnóstica; análise das atividades desenvolvidas no laboratório da (UFRPE) – avaliação formativa; resolução da Situação-Problema; análise das respostas encontradas para SP – avaliação somativa.

3.3.1. Análise do Questionário de Concepções Prévias

No nosso trabalho, procuraremos agrupar as respostas dadas a cada uma das perguntas do questionário de levantamento das concepções prévias (Apêndice A), em um dos quatro grupos a seguir: **Reposta Satisfatória (RS)**, **Reposta Regular (RR)**, **Resposta Insatisfatória (RI)** e **Nenhuma Resposta (NR)** – tipologia semelhante a criada por Lacerda (2008), quadro 3.

Análise do Questionário de Concepções Prévias	
QUESTÃO	CLASSIFICAÇÃO
Questão 1 – Busca saber o que o estudante entende por qualificação e composição da água.	A resposta foi considerada satisfatória (RS) quando vinculada a qualidade: água de torneira, água da chuva, água mineral, água destilada, como também a uma finalidade utilizada na indústria: água de (processo), água de refrigeração. A resposta foi classificada como regular (RR) quando vinculada a propriedades físicas para diferenciar água pura de mistura. Respostas fora destas duas classificações foram consideradas insatisfatórias (RI).
Questão 2 – Tem como objetivo saber se o estudante tem conhecimento das consequências causadas ao ser humano pela ingestão da água do mar com relação ao fenômeno da osmose.	A resposta foi considerada satisfatória (RS) se a resposta foi vinculada aos desequilíbrios causados ao organismo devido à grande concentração de sais minerais. A resposta foi classificada como regular (RR) se vinculada aos danos causados à saúde. Respostas fora destas duas classificações foram tidas como insatisfatórias (RI).
Questão 3 – Busca saber se o estudante faz distinção nas propriedades físicas da água e (solução).	Se a resposta especificar quais são as mudanças e se as mudanças comentadas forem coerentes será, então, satisfatória (RS). Será considerada (RR) se a resposta for sem exemplo ou com exemplo sem especificar as propriedades. Será considerada insatisfatória (RI) se a resposta for não.
Questão 4 – Questão onde se encontra a temática da Situação-Problema, que versa sobre os efeitos coligativos (tonometria, ebuliometria, criometria e osmometria), devido à interação soluto-solvente que modificam as propriedades mencionadas na questão.	A resposta será satisfatória (RS) se o estudante vincular a resposta aos efeitos coligativos. Será considerada (RR) se a resposta for sim sem exemplo ou com exemplo sem especificar os efeitos. Será considerada insatisfatória (RI) se a resposta for não.
Questão 5 – Busca saber se o estudante sabe se existem forças que atuam entre as moléculas de uma substância.	A resposta será considerada satisfatória (RS) quando remete a forças que atuam entre as moléculas de uma substância, como também atribuir à polaridade da molécula a existência dessas forças. Mas se a resposta for simplesmente: são forças que determinam a polaridade, sem justificar, será considerada uma

	resposta regular (RR). A resposta insatisfatória (RI) é quando não estiver coerente com a pergunta.
Questão 6 – Busca saber se o estudante reconhece que tipo de forças ocorre entre as moléculas da água.	A resposta será considerada satisfatória (RS) quando faz menção às forças que atuam: dipolo-dipolo ou pontes de hidrogênio. Será considerada uma resposta regular (RR) quando relacionar as forças intermoleculares sem especificar o tipo. A resposta insatisfatória (RI) é quando a resposta não tiver coerência com a pergunta.
Questão 7 – Busca saber se o estudante distingue a natureza química da água e dos sais minerais dissolvidos.	A resposta será considerada satisfatória (RS) quando responder que a água é de natureza molecular e os sais minerais são de natureza iônica. Será considerada uma resposta regular (RR) quando relacionar a natureza química de uma das espécies mencionadas. A resposta insatisfatória (RI) é quando a resposta não estiver coerente com a pergunta.
Questão 8 – Busca saber se o estudante reconhece quais são os fatores que determinam o estado físico da água.	A resposta será considerada satisfatória (RS) quando for mencionado que a temperatura e a pressão são condições necessárias para determinar o estado físico. Será considerada regular (RR) quando se relacionar a uma das condições mencionadas anteriormente. A resposta insatisfatória (RI) é quando a resposta não estiver coerente com a pergunta.
Questão 9 – Busca verificar se o estudante sabe por que não podemos mudar a concentração 0,9% do soro recomendada pelos médicos.	A resposta será considerada satisfatória (RS) quando relacionar a osmolalidade (índice do número de partículas em solução) muito próximo à dos líquidos do corpo (280-340 mosmol/Kg), através do processo de osmose. Será considerada (RR) quando relacionar a uma disfunção orgânica devido às condições mencionadas anteriormente. A resposta é insatisfatória (RI) quando não estiver relacionada, sem coerência com a pergunta ou for apenas “sim”, sem justificativa.
Questão 10 – Busca analisar se o estudante sabe o que são bebidas isotônicas.	A resposta será considerada satisfatória (RS) quando for comentado sobre soro caseiro, água de coco, ou outros isotônicos industrializados como Gatorade, Sportfluid, Sportade, pois, não interferem no equilíbrio hidroeletrolítico do corpo. Será considerada (RR) quando se relacionar a uma das bebidas mencionadas anteriormente. A resposta insatisfatória (RI) é quando a resposta não estiver relacionada com a pergunta.

Quadro 3. Critérios usados das respostas às perguntas do questionário

3.3.2. Análise qualitativa das atividades experimentais desenvolvidas

No nosso trabalho, procuramos investigar as percepções dos estudantes referentes às atividades experimentais desenvolvidas, onde, a partir de situações concretas, eles desenvolveram um conjunto complexo de ações durante a execução das tarefas-problema. Assim, adotamos como critérios de análise as ações e temas abordados; ações de aprendizagem e atitudes do grupo durante as atividades, fornecendo o registro da evolução das suas atitudes e competências.

A escolha de atividades concretas foi em detrimento das ações de aprendizagem, avaliaram-se as competências específicas de aprendizagem; as “competências sociais” (cooperar em grupo, recolher dados, executar procedimentos, ou interpretar, em termos gerais, informação científica); “competências processuais” (capacidade para observar, experimentar, avaliar, interpretar gráficos, mobilizar) e as “competências comunicativas” (capacidade para usar e compreender a linguagem científica, registrar, ler e argumentar usando informação científica) (MARTINS *et al.*, 2004). Essas competências foram identificadas durante o desenvolvimento das atividades experimentais relacionadas ao conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções, em especial, aos efeitos coligativos tonometria, ebulliometria, criometria e osmometria. Essas atividades foram utilizadas como tarefas-problema (SILVA; NÚÑEZ, 2002) e auxiliaram os estudantes na resolução da Situação-Problema (MEIRIEU, 1998). Em nossa análise, utilizamos mais expressivamente a câmera posicionada sobre os três grupos observados, em momentos diferentes, pois esta focaliza as ações de aprendizagem dos estudantes. Como também houve, em alguns momentos, a filmagem sobre as ações e o posicionamento (mediação) da professora/pesquisadora com os estudantes durante as atividades experimentais realizadas no laboratório de Química da (UFRPE).

Análise das ações dos participantes

No quadro 4, a seguir, apresentamos os critérios de análise das ações dos participantes durante o desenvolvimento das atividades experimentais no laboratório de química da (UFRPE).

Ações e conceitos abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Busca verificar as ações dos estudantes diante dos conceitos abordados pela professora/pesquisadora.	Busca avaliar as competências específicas de aprendizagem dos estudantes: as competências sociais; competências processuais e competências comunicativas.	Busca analisar as atitudes de cada grupo durante o desenvolvimento das atividades experimentais.

Quadro 4. Critérios usados das ações dos participantes

Análise das operações mentais dos estudantes durante a sequência didática elaborada para a resolução da SP.

Na segunda etapa do procedimento metodológico, identificam-se as percepções dos estudantes com relação à sequência didática e a resolução da Situação-Problema. Foram analisadas as respostas advindas das atividades experimentais contidas na ficha-tarefas, qualitativamente, caso a caso, visando construir uma ideia geral acerca das operações mentais dos estudantes durante a sequência didática elaborada para a resolução da Situação-Problema.

Foi utilizada, nesta pesquisa, uma tipologia adaptada de (MERIEU, 1998) que auxiliou a professora/pesquisadora a investigar “que operação mental o sujeito deve realizar para chegar à aquisição da proposta” Meirieu (1998, p. 122). Essa atividade mental foi investigada durante o processo de execução das tarefas-problema, que estão vinculadas ao conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções, onde a professora/pesquisadora criou alguns dispositivos que devem ser vinculados à atividade intelectual, na qual um sujeito assimila e trata a informação (MEIRIEU, 1998). Similarmente, Meirieu (1998) faz menção a quatro grandes operações mentais utilizadas como critérios de análise das operações mentais dos estudantes, cuja compreensão deverá auxiliá-lo na estruturação da Situação-Problema apresentada a seguir:

Deduzir (DD): será considerada quando “o sujeito observa os efeitos concretos de seus atos através da “interação social” durante a rotação das tarefas que lhe permite examinar seus comportamentos ou suas propostas através da imagem que deles lhe envia a outrem” Piaget apud Meirieu (1998, p.113). Logo, o sujeito retorna da causa a origem, o que, assim, permitirá garantir a interiorização progressiva do ponto de vista de outrem e,

dessa forma, levar o indivíduo a desenvolver o método hipotético-dedutivo, ou seja, submetê-lo à prova do que produz sua ação.

Induzir (ID): será considerada quando o sujeito realizar os procedimentos que são solicitados a todo instante pelo professor, e o mesmo “explicita raramente por considerar “muito natural” a passagem dos exemplos às noções, dos fatos à lei, da observação ao conceito...” Meirieu (1998, p.114) também salienta que tal situação pode emergir em diferentes níveis: do simples agrupamento de objetos de uma característica comum a uma generalização conceitual sobre aquilo que constitui seu “ponto comum” (MEIRIEU, 1998). Logo, subtende-se que o processo de indução nesta pesquisa aconteceu durante a realização das tarefas-problema e socialização das respostas ao término de cada atividade experimental, onde as hipóteses inicialmente levantadas pelos estudantes foram submetidas à prova dos fatos como uma ação preliminar e, sobretudo, uma operação essencial para vencer o obstáculo. Com isto, o estudante deve opor, confrontar, experimentar e verificar as consequências para permitir o indivíduo alcançar a abstração que, nesta pesquisa, por sua vez, está associada aos três níveis do conhecimento químico: microscópico, macroscópico e representacional.

Dialetizar (DA): será considerada quando o sujeito efetuar uma “operação mental dialética”, ou seja, efetivar uma atividade intelectual, onde o mesmo possa assimilar, tratar as informações e, ao mesmo tempo, colocar em interação as leis e as noções sobre os conceitos trabalhados, fazendo evoluir variáveis em sentidos diferentes, e chegar à compreensão de um sistema (MEIRIEU, 1998, p. 185).

Divergir (DV) será considerada quando o sujeito “relaciona elementos que pertencem a universos diferentes, estabelece novas associações, relações originais entre coisas, as palavras, as noções, os registros de explicação” Meirieu (1998, p. 185). A seguir, apresentaremos as categorias criadas pela professora/pesquisadora para auxiliar na análise dos dados, adaptadas de Meirieu (1998, p.122).

Nesta pesquisa, procuramos associar a resposta dada a cada uma das perguntas da ficha-tarefas, utilizando quatro grupos de categorias de análise como: **Deduzir (DD), Induzir (ID), Dialetizar (DA), Divergir (DV)** – tipologia criada pela pesquisadora, adaptada de (MEIRIEU, 1998) no intuito de analisar as operações mentais dos estudantes por grupo. Os resultados estão apresentados no capítulo 4.

Análise das respostas dos estudantes referentes à Situação-Problema

A análise foi realizada em relação a dois aspectos: o primeiro trata-se do processo de resolução da Situação-Problema por cada grupo, isto é, como os estudantes desenvolveram suas respostas utilizando os três níveis do conhecimento químico (macroscópico, microscópico ou representacional) do conteúdo de propriedades coligativas das soluções e o segundo está relacionado com os instrumentos didáticos que contribuíram para a resolução da SP.

A SP relaciona os efeitos coligativos das soluções com fenômenos do dia-a-dia dos estudantes, que necessitam utilizar os três níveis do conhecimento químico: representacional, macroscópico e microscópico e responder a Situação-Problema.

Ressaltamos que, seguramente, os conceitos trabalhados nas atividades experimentais desenvolvidas nessa pesquisa serviram de suportes facilitadores, auxiliando os estudantes a encontrar uma resposta para SP (MEIRIEU, 1998) e não se pautaram pela ênfase na memorização de definições, mas as atividades foram realizadas com caráter investigativo, nas quais a observação e a discussão de fenômenos foram utilizadas como uma das estratégias de negociação de ideias e conceitos com ênfase na abordagem dos três níveis do conhecimento químico já mencionados. Assim, na maior parte do tempo durante as tarefas propostas nessa pesquisa, os estudantes foram considerados sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem com a preocupação constante da professora/pesquisadora em explicitar a sequência dos experimentos aos participantes, a fim de informá-los a respeito dos grupos de objetivos de todas as atividades. A análise das respostas dos estudantes com relação à Situação-Problema foi categorizada por nível de conhecimento químico macroscópico, microscópico e representacional. Os dados encontram-se no capítulo 4 desse trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, analisamos os resultados referentes às concepções prévias dos estudantes e, em seguida, as contribuições dos instrumentos didáticos na resolução da Situação-Problema: Texto temático e atividades experimentais 1, 2, 3 4, 5 e 6, utilizados na intervenção didática: Concepções prévias dos estudantes sobre a temática; Processo de resolução da SP, analisando as ações de aprendizagem; operações mentais dos estudantes para encontrar a resposta para SP; Análise das respostas a SP e material escrito produzido pelos estudantes.

4.1. Análise do Questionário de Concepções Prévias

A finalidade da aplicação de um questionário no início da intervenção didática foi levantar as concepções prévias dos estudantes acerca dos conceitos envolvidos no conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções e verificar a compreensão sobre a temática, com ênfase em dados da Situação-Problema idealizada e utilizada neste trabalho. Os resultados estão apresentados em forma de tabelas, apenas com a quantificação de alguns dados, e discussão qualitativa a posteriori. Estes dados foram obtidos na primeira etapa da intervenção (primeiro semestre de 2008), encontram-se discutidos separadamente, visando à possibilidade de, em alguns momentos, realizar um proto-estudo comparativo entre os resultados obtidos.

A seguir, apresentaremos uma análise das respostas dos estudantes ao questionário das concepções prévias. Para referência, utilizaremos a definição dos aspectos considerados importantes que podem qualificar a água utilizada neste trabalho em soluções aquosas, e escrita no texto temático elaborado pela professora/pesquisadora (apêndice B), adaptado do livro (SANTOS et al, 2005) e outros. Os aspectos considerados importantes podem ser vinculados à qualidade (água da torneira, água da chuva, água do mar, água mineral), e/ ou a uma finalidade (consumo humano, doméstico e industrial). Na análise das respostas dos estudantes advindas do questionário, a professora/pesquisadora trabalhou nas perguntas algumas categorias estabelecidas por Lacerda (2008) tais como: Resposta satisfatória (RS), resposta regular (RR), resposta insatisfatória (RI) e não respondeu (NR), como na tabela 1.

1ª QUESTÃO: *Quais são os aspectos considerados importantes que podem qualificar a água quanto a sua composição?*

Tabela 1. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 1.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	28,57
Respostas Insatisfatórias (RI)	0
Não Respondeu (NR)	71,43

Pode-se observar na tabela 1 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 71,41%, não respondeu. Apenas 28,57% responderam de forma parcialmente satisfatória. Os exemplos a seguir ilustram esse tipo de resposta:

“Ponto de fusão e ebulição”;

“homogêneo e heterogêneo”.

Verificou-se a ausência de exemplos vinculados à qualidade (composição) ou finalidade. Desta maneira, as respostas ficaram restritas à visão macroscópica do conhecimento químico.

2ª QUESTÃO: *E quanto ao consumo humano, porque não podemos beber água do mar?*

Tabela 2. Resumo das tipologias das respostas dadas pelos estudantes a questão 2.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	28,57
Respostas regulares (RR)	71,43
Respostas Insatisfatórias (RI)	0
Não Respondeu (NR)	0

Pelo exposto na tabela 2, a maioria respondeu a questão de forma parcialmente satisfatória:

“Porque a água do mar tem uma grande concentração de sal”, e 28,57% satisfatoriamente: “A quantidade de sal é muito grande o que prejudica a saúde”.

Porém, nenhum exemplo foi dado para especificar algum prejuízo à saúde do ser humano como, por exemplo, está numa concentração salina muito além dos líquidos do corpo (280-340 mosmol/Kg). Será importante ressaltar que nenhuma das respostas faz menção ao desequilíbrio osmótico no organismo provocado pelo excesso de sal.

3ª QUESTÃO: *Será que acontece alguma mudança nas propriedades físicas da água quando a mesma encontra-se em solução (misturada)?*

Tabela 3. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 3.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0%
Respostas Regulares (RR)	71,42%
Respostas Insatisfatórias (RI)	14,29%
Não Respondeu (NR)	14,29%

Observa-se na tabela 3 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 71,42%, respondeu de forma parcialmente satisfatória, a resposta foi “sim”. Porém, nenhuma resposta especificou as mudanças nas propriedades físicas do solvente, provocadas pela presença do soluto não volátil, entretanto, na questão 1, duas respostas fazem menção às propriedades físicas *“ponto de fusão e ebulição”* para qualificar a água. Essas propriedades podem diferenciar a quimicamente pura da misturada porque na pura a temperatura se mantém constante durante as mudanças de fases. Na tabela mostra-se que 14,29% responderam insatisfatoriamente: *“não”*, sem nenhuma justificativa. Logo, considera-se que a visão microscópica do conhecimento químico não foi utilizada para especificar a composição química da água pura ou espécies químicas da água misturada.

4ª QUESTÃO: A presença dos sais minerais pode modificar alguma propriedade física da água, tais como: ponto de fusão e volatilização?

Tabela 4. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 4.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	57,14
Respostas Insatisfatórias (RI)	0
Não Respondeu (NR)	42,86

Pode-se observar na tabela 4 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 57,14%, respondeu de forma parcialmente satisfatória: “*sim*”. Porém, uma resposta apresentou erros conceituais e falta de coerência. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“Sim. Os sais são moléculas que se modificam ao contato de alguma propriedade física”

Apesar do “*sim*”, a justificativa revela um erro conceitual sobre a natureza química dos sais minerais (natureza iônica). “*Os sais não são moléculas*” e não se modificam no contato. A explicação correta seria que a presença dos sais minerais entre as moléculas do solvente modificam as propriedades físicas do solvente na solução. Na realidade esse erro conceitual persiste com a maioria dos estudantes do ensino médio. Os 42,86% dos estudantes não responderam.

5ª QUESTÃO: O que são forças intermoleculares?

Tabela 5. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 5.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	14,29
Respostas Regulares (RR)	57,14
Respostas Insatisfatórias (RI)	0
Não Respondeu (NR)	28,57

Pode-se observar na tabela 5 que 14,29% responderam a questão satisfatoriamente:

“São forças de interação positivas e negativas de uma solução”

Essa resposta faz menção às forças que atuam entre as moléculas de uma substância, como também atribuiu à polaridade da molécula a existência dessas forças. A maioria, 57,14%, respondeu de forma parcialmente satisfatória. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“a molécula é “polar” ou “apolar”.

A resposta se restringe a uma visão teórica parcial do conhecimento químico, sem explicar os tipos de interações que atuam entre as moléculas, responsáveis pelas mudanças nas propriedades físicas do solvente na solução. Essas mudanças serão proporcionais à intensidade dessas forças que dependem da polaridade de cada molécula. Os 28,57% não responderam.

6ª QUESTÃO: *Que tipo de forças de interações intermoleculares atua entre as moléculas da água?*

Tabela 6. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 6.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	14,29
Respostas Insatisfatórias (RI)	14,29
Não Respondeu (NR)	71,42

Pode-se observar na tabela 6 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 71,42%, não respondeu, por ser exigido certo grau de abstração. Apenas 14,29% responderam de forma parcialmente satisfatória. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“forças de interação ou intermoleculares”

A resposta faz menção às forças intermoleculares sem especificar o tipo de forças que atuam entre as moléculas da água. Apenas 14,29% responderam insatisfatoriamente: “*Molecular*”

Houve uma incompreensão da pergunta ou o desconhecimento dos tipos de forças que atuam entre as moléculas da água, pois a resposta faz menção à natureza química da água (molecular).

7ª QUESTÃO: *Você sabe responder qual a natureza química da água e dos sais minerais dissolvidos na água?*

Tabela 7. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 7.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	57,14
Respostas Insatisfatórias (RI)	0
Não Respondeu (NR)	42,86

Pode-se observar na tabela 6 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 57,14%, relacionou a natureza química de uma das espécies mencionadas. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“a natureza química da água é molecular”

Acreditamos que a natureza química da água foi mencionada, por uma questão de nomenclatura, pois o professor sempre utiliza a unidade semântica “molécula da água”, o que pode ter facilitado a identificação. Mesmo assim, uma boa parcela dos estudantes não respondeu por desconhecer ou não lembrar a natureza química de cada espécie mencionada. Os 42,86% dos estudantes não responderam.

8ª QUESTÃO: *A água é a única substância encontrada na natureza nos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Respondam quais são os fatores que determinam o seu estado físico.*

Tabela 8. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 8.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	28,57
Respostas Insatisfatórias (RI)	28,57
Não Respondeu (NR)	42,86

Verifica-se na tabela 8 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 42,86%, não respondeu por desconhecer que o estado físico de uma substância depende de dois fatores: temperatura e pressão. Os 28,57% dos estudantes responderam de forma parcialmente satisfatória por mencionarem apenas uma condição física. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“É o grau da temperatura da água”

Observamos evidências fortes da visão macroscópica e microscópica do conhecimento, ao relacionar a leitura termométrica para identificar o estado físico da substância. Onde 28,57% responderam insatisfatoriamente. Os exemplos a seguir ilustram esse tipo de resposta:

“As barras de gelo, os rios, as piscinas naturais”;

“Sua composição”;

“Físico sólido”.

Observamos que as respostas estavam incoerentes com a pergunta, neste caso, provavelmente eles desconhecem ou não recordam dos fatores (pressão, temperatura) que determinam o estado físico da matéria.

9ª QUESTÃO: *Os médicos recomendam uma solução de 0,9% de NaCl para reidratação oral ou venosa. Será que poderíamos mudar a concentração do soro? Justifique sua resposta.*

Tabela 9. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 9.

TIPOLOGIA DAS RESPOSTAS	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	71,42
Respostas Insatisfatórias (RI)	14,29
Não Respondeu (NR)	14,29

Pode-se observar na tabela 9 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente e a maioria, 71,42%, respondeu de forma parcialmente satisfatória. Os exemplos a seguir ilustram esse tipo de resposta:

“não, se mudar a concentração iria ter algumas complicações”;

“não, por que já tem a medida certa”.

Eles alegaram que as modificações podem causar danos à saúde, o que não deixa de ser uma “visão de uma ciência intocável”. Verificamos que nenhuma resposta fez menção ao fenômeno de osmose. Apenas 14,29% responderam insatisfatoriamente: “sim” e 14,29% não responderam.

10ª QUESTÃO: Dê exemplos de bebidas isotônicas.

Tabela 10. Resumo das tipologias de respostas dadas pelos estudantes a questão 10.

TIPOLOGIA DA RESPOSTA	%
Respostas Satisfatórias (RS)	0
Respostas Regulares (RR)	0
Respostas Insatisfatórias (RI)	71,43
Não Respondeu (NR)	28,57

Pode-se observar na tabela 10 que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente ou de forma parcialmente satisfatória. A maioria, 71,43%, respondeu insatisfatoriamente. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“Cerveja”

Percebemos que pelo contrario a maioria dos estudantes desconhece o termo *“bebidas isotônicas”* e 28,57% dos estudantes não responderam.

Assim, a explicitação dos saberes prévios dos estudantes foi de fundamental importância na elaboração dos instrumentos didáticos, visando à construção do conhecimento que possibilitou o desenvolvimento de competências necessárias nas ações de aprendizagem (MEIRIEU, 1998).

4.2. Apresentação da situação - problema

Após o levantamento das concepções prévias dos estudantes, foi apresentada aos participantes a Situação-Problema sob orientação da professora/pesquisadora. Ao término da leitura da SP, os estudantes estabeleceram um diálogo com a professora:

“Professora a gente não sabe responder”

Então a professora falou:

“Gente, primeiramente vocês devem buscar a compreensão do problema”.

Logo, uma estudante comentou:

“Eu mesma já li duas vezes e não entendi!”

E a professora/pesquisadora falou:

“A compreensão da Situação-Problema necessita de reflexão e a resolução deverá ser orientada por “tarefas” onde vocês devem buscar as novas informações que deverão auxiliá-los a encontrar a resposta”

Logo após a justificativa, um estudante ficou curioso e perguntou:

“Mas, professora que tarefas são essas?”

E a mesma respondeu:

“Será a nossa próxima etapa da pesquisa, nela constam seis atividades experimentais investigativas a serem desenvolvidas no laboratório de Química da (UFRPE).

Então, disseram:

“Vai ser legal professora!”

“Só assim, a gente vai poder conhecer o laboratório de Química da Universidade!”

Esse diálogo foi muito proveitoso, pois, possibilitou a professora/pesquisadora avaliar a aceitação dos estudantes e o interesse em participar do trabalho de pesquisa. Os educandos se mantiveram participativos e abertos ao diálogo de forma solidária, respeitosa e com liberdade de expressão. Assim, na apresentação da SP com a explicitação das expectativas dos estudantes, possibilitou-se o estabelecimento de um contrato de trabalho do grupo, visando acordar os critérios que nortearam a participação dos grupos no processo de resolução da SP.

O texto intitulado Água: Propriedades e Soluções

O texto auxiliou na contextualização e na formalização dos conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas das soluções como, por exemplo: mistura; ponto de fusão; ponto de ebulição; pressão máxima de vapor. Ele também serviu de referencial norteador dos educandos em busca da compreensão da Situação-Problema.

Logo após a leitura do texto, antes da professora/pesquisadora iniciar a discussão, um membro do grupo G1 comentou:

“Ah... professora! Se a leitura do texto tivesse sido antes do questionário, eu teria respondido a maioria das questões como, por exemplo: “as bebidas isotônicas eu não tinha nem ideia que a água de coco é uma bebida isotônica”

Também, demonstraram competência para abstrair do texto informações como:

“A presença do soluto não volátil na solução modifica as propriedades físicas do solvente na solução”

4.3. Quadro contendo a análise das contribuições do texto e das atividades experimentais

A análise da contribuição dos instrumentos didáticos está resumida no quadro 5.

Contribuição dos Instrumentos didáticos para a SP							
Grupo	Texto	Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3	Atividade 4	Atividade 5	Atividade 6
1	- A natureza química da água e do sal. - As forças de interações soluto-solvente na solução. - A osmose e a desidratação dos alimentos.	A natureza química da água e do sal	As forças que atuam entre o soluto não-volátil e, o solvente na solução.	Não foi verificada nenhuma contribuição desta atividade na resposta do grupo.	A presença do soluto não-volátil aumenta a temperatura de ebulição do solvente (ebulioscopia).	A presença do soluto não-volátil diminui a temperatura de congelamento (crioscopia)	O sal e o açúcar desidratam o alimento.
2	- A natureza química da água e do sal. - As forças de interações soluto-solvente na solução. - A osmose e a desidratação dos alimentos.	A natureza química da água e do sal.	As forças que atuam entre o soluto não-volátil e o solvente na solução.	A presença do soluto não-volátil diminui a pressão de vapor do solvente.	A presença do soluto não-volátil diminui a pressão de vapor e aumenta a temperatura de ebulição do solvente.	A presença do soluto não-volátil diminui a temperatura de congelamento (crioscopia)	O sal (soluto não-volátil) desidrata o alimento.
3	- A natureza química da água e do sal. - As forças de interações soluto-solvente na solução. - A osmose e a desidratação dos alimentos.	A natureza química da água e do sal.	As forças que atuam entre soluto não-volátil e solvente diminuindo a volatilidade do solvente na solução.	Não foi verificada a contribuição desta atividade na resposta do grupo.	Não foi verificada contribuição desta atividade na resposta do grupo.	A presença do soluto não-volátil diminui a temperatura de congelamento (crioscopia)	O sal e o açúcar desidratam o alimento acontecendo a osmose.

Quadro 5. Contribuição dos instrumentos didáticos.

Segundo Moraes *et al* (2004), é de suma importância, para o processo ensino e aprendizagem, o professor, ao planejar suas ações metodológicas, utilizar um texto para auxiliar a compreensão do conteúdo pelo educando. Além disso, Zanon e Freitas (2007) ressaltam que se o texto está relacionado com situações do dia-a-dia dos estudantes potencializará as argumentações na sala de aula.

Atividade experimental 1 intitulada: Testando a natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não-eletrolíticas.

Essa atividade norteou os estudantes em busca da compreensão dos efeitos coligativos, uma vez que o registro obtido a partir das observações sobre o experimento serviu para criar um modelo representativo da interação soluto-solvente na solução (visão microscópica), por exemplo: o aumento do número de partículas do soluto não volátil nas soluções iônicas. Neste caso, consideramos que foi muito importante a professora/pesquisadora, antes de iniciar com os estudantes o estudo das propriedades coligativas das soluções, inserirem-los numa atividade de cunho investigativo e subsidiá-los a relacionar os dois grupos de soluções: os das soluções moleculares e os das soluções iônicas, não se esquecendo de discutir com eles as soluções iônicas, em que não existem apenas íons dissolvidos como partículas dispersas, podem também apresentar moléculas não-ionizadas ou íons agrupados

Atividade experimental 2 intitulada: Investigando a influência das forças intermoleculares na volatilização do solvente.

Nesta atividade a importância do atomlig 77 Educação da Editora Atomlig do Brasil foi reconhecida pelos estudantes como instrumento facilitador da experimentação x modelo molecular na compreensão da volatilidade, o que propiciou seu entendimento a nível microscópico. Então, um membro do grupo G1 durante a discussão comentou um equívoco sobre a volatilidade da propanona do grupo G2, e disse:

“Vocês observaram as ligações na molécula da propanona?”

Eles consideraram que os tipos de ligações entre os átomos possibilitaram identificar as forças que atuam entre as moléculas do solvente, o que permitiu justificar a pressão de vapor de cada solvente e associá-la a volatilidade.

Assim, consideramos que esse instrumento auxiliou os estudantes na compreensão das interações soluto-solvente para auxiliá-los a explicar as modificações no comportamento do solvente na solução frente à quantidade de vapor produzida, aquecimento e congelamento (FONSECA, 2001).

Essas modificações não acontecem isoladamente e necessitam de instrumentos didáticos que possam auxiliar o estudante na visão das modificações físicas sofridas pelo solvente na solução e nas interligações dessas propriedades.

Atividade experimental 3 intitulada: Investigando a influência da concentração do soluto não volátil na determinação da pressão de vapor do solvente.

A atividade possibilitou aos estudantes investigar a influência do número de partículas do soluto não volátil na solução. Onde eles conseguiram deduzir que o volume evaporado do solvente em cada sistema foi devido ao número de partículas do soluto não volátil, e a interação soluto-solvente foi justificada frente à quantidade de vapor produzida. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“A pressão de vapor diminuiu, por que o soluto prende as moléculas do solvente, diminuindo a quantidade do volume evaporado do solvente na solução”

Desta maneira, a realização da tarefa, ao vencer o obstáculo, fez com que as instruções fossem utilizadas nos materiais, aplicando capacidades e competências que, estando em interação, permitiu a aquisição do objetivo (MEIRIEU, 1998).

Atividade experimental 4 intitulada: Investigando a influência da adição do Solute não volátil na temperatura de ebulição das soluções.

Esta atividade exigiu a compreensão de conceitos em nível microscópico para explicar o calor recebido durante o aquecimento das soluções. Eles alegaram que, apesar de ter sido assegurada a realização da tarefa, houve dificuldade para abstrair as informações obtidas a partir das observações sobre o experimento. Neste caso, considera-se que a abordagem do conteúdo de propriedades coligativas das soluções, por envolver conceitos de natureza atômico-molecular, com explicações baseadas em termos

abstratos como: átomo, molécula e íon, possibilitará ao professor adotar uma abordagem interdisciplinar, como forma de auxiliar o educando a transformar o conhecimento (não entendido) em conhecimento aprendido (CONTRERAS, 2006).

Além disso, o experimento despertou a curiosidade dos estudantes para problemas do seu dia-a-dia como: a escassez da água potável. Um membro do grupo G1, ao analisar o problema, deduziu:

“A água do mar evapora menos e a água potável evapora mais, isto por que ela contém menor quantidade de sais minerais então apresenta maior pressão de vapor e menor temperatura quando ferver”

Logo, considera-se que uma abordagem temática sobre problemas do seu dia-a-dia como: equilíbrio das chuvas; problema das calotas de gelo, contribui para o desenvolvimento de procedimentos atitudinais que visa o desenvolvimento do educando mais autônomo (BRASIL, 1999).

Assim, dependendo do enfoque dado pelo professor, o conteúdo de propriedades coligativa tornou-se atrativo para os estudantes, ao dar ênfase aos processos físico-químicos, que ocorrem em diversas situações de vivências deles (ALMEIDA; QUADROS, 2008).

Atividade Experimental 5 intitulada: investigando a influência da adição de um soluto não volátil na temperatura de congelamento das soluções.

A contribuição do experimento foi valiosa, pois auxiliou os estudantes na compreensão dos conceitos de natureza atômico-molecular que exige uma visão em nível microscópico para explicar o fenômeno da crioscopia. As respostas foram baseadas em informações obtidas a partir da observação experimental, onde a explicação para crioscopia. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“Quando adicionamos o sal na neve ela derrete e fica mais difícil congelar novamente”

Um membro do grupo G3 disse:

“Professora... a gente achou essa atividade muito boa, por que ficou mais fácil encontrar uma explicação para a Situação-Problema”

Então, a professora perguntou:

“Que explicação?”

E o mesmo respondeu:

“Porque o sal consegue derreter a neve?”

“A gente observou que, quanto maior a quantidade de soluto mais difícil congelar a solução”

Assim, ao observar que as soluções são sempre as mesmas, utilizaram como informação o registro obtido a partir das observações da atividade experimental 1 e deduziram que a diminuição da temperatura de congelamento de cada solução (crioscopia) depende apenas do número de partículas do soluto não volátil na solução. Segundo Castorina et al (2008), baseado na perspectiva da psicologia genética, o professor deve elaborar estratégias didáticas para submeter o educando a lidar com situações que possam estimulá-lo para o enfrentamento de desafios, pois, atualmente, o mundo exige do sujeito a todo o momento habilidades e competências para resolver situações do seu dia-a-dia que só podem ser solucionadas com o desenvolvimento da inteligência (sujeito ativo).

Atividade Experimental 6: investigando a influência da concentração do soluto não volátil no fenômeno da osmose.

Esse experimento auxiliou o estudante na compreensão dos processos osmóticos que acontecem no organismo, como também as técnicas utilizadas na indústria de alimentos como: o uso do sal na conservação dos alimentos. O exemplo a seguir ilustra esse tipo de resposta:

“Quando adicionamos sal ou açúcar, acontece a desidratação envolvendo o fenômeno da osmose e à medida que é adicionado o sal maior o tempo de conservação da carne”

A resposta demonstrou que acontecem mudanças nas propriedades físicas do solvente na solução e estão correlacionadas e unidas pelo fato de dependerem do número de partículas presentes na solução. Onde os estudantes utilizaram o aspecto prático/fenomenológico para a visualização das mudanças nas propriedades físicas (MORTIMER et al, 2000) ao explicar as propriedades inclusas na conservação dos alimentos como: o uso do sal conserva o alimento; a adição de açúcar na salada de frutas aumenta a quantidade de líquido, conservando o alimento por mais tempo.

4.4. Análise qualitativa das atividades experimentais desenvolvidas:

As atividades foram desenvolvidas no laboratório de química da Universidade Federal Rural de PE (UFRPE), onde os estudantes participaram efetivamente das tarefas-problemas e demonstraram certa familiaridade com o ambiente. Vale destacar que, apesar das atividades terem sido realizadas no período da manhã (4h) e da tarde (4h) totalizando 8h com intervalo de 2h para o almoço, os estudantes não atentaram para o horário do término das atividades às 17h. Isso é algo não comum, pois, geralmente, eles demonstram certa resistência em permanecer por um período longo na sala de aula até o final do horário, o que pode ser considerado como um indício de motivação e envolvimento da turma nas atividades propostas.

4.4.1. Ações dos participantes

As ações foram analisadas por grupo: G1, G2, G3, onde constaram seis atividades investigativas, nelas foram analisados: ações e temas abordados, ações de aprendizagem, atitudes do grupo categorizadas para avaliar as competências específicas de aprendizagem; competências sociais; competências processuais; competências comunicativas e, as atitudes do grupo. A análise dos resultados foi feita a partir de uma visão geral das atividades desenvolvidas, como forma de avaliar o processo de resolução da Situação-Problema e da estratégia metodológica aplicada. Os dados foram obtidos a partir do registro escrito e do registro em vídeo com áudio durante a realização dos experimentos no laboratório da Universidade Federal Rural de PE (UFRPE), analisados em três momentos para facilitar a análise da professora/pesquisadora. No quadro 6 a seguir, apresentamos a análise das ações dos participantes e atitudes do grupo, referente ao experimento 1.

Análise das ações dos participantes: atividades no laboratório da (UFRPE)			
Experimento 1. Testando a natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não - eletrolíticas.			
Fase	Ações e conceitos abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Primeiro momento	A professora/pesquisadora explicou os procedimentos, significado de algumas palavras e disponibilizou um tempo para desenvolver os procedimentos, discutir e responder as questões sobre o experimento.	Executaram os procedimentos, dividiram as tarefas onde, inicialmente, solicitam ajuda da professora/pesquisadora para manusear a balança analítica e localizar as vidrarias. Demonstraram desenvoltura durante o teste da condutividade como também para interpretar os fatos a partir do registro.	Demonstraram avanços quanto às dificuldades iniciais, entretanto, levaram muito tempo para preparar as soluções.
Segundo momento	Apresentação das respostas com discussão sobre a natureza química do soluto não volátil em busca da compreensão dos fatos.	Capacidade para usar e compreender a linguagem científica, ler e argumentar as informações sobre o experimento.	Discutiram para encontrar um ponto comum durante o registro, porém, permanecem engajados na apresentação. As discussões são produtivas.
Terceiro momento	Após a discussão, a professora formalizou os conceitos e explicou os fenômenos da dissociação, dissolução e ionização, utilizando os três níveis de conhecimento químico e depois finalizou a atividade.	Apresentaram capacidade para argumentar durante a intervenção da professora/pesquisadora.	Atentos a formalização dos conceitos abordados.

Quadro 6. Análise das ações dos participantes: ATIVIDADE 1

Primeiro momento antes de iniciar os experimentos, a professora/pesquisadora fez a leitura dos procedimentos, pois, devido à ansiedade, os alunos queriam iniciar a atividade sem realizar a leitura da ficha-tarefas. Logo após a leitura, cada grupo discutiu entre si e solicitou a presença da professora/pesquisadora para expor suas dúvidas. As ações de aprendizagem exigiram dos grupos: G1, G2, G3 o manuseio da balança analítica, considerada, inicialmente, um obstáculo, Logo, o grupo G1 resolveu solicitar a ajuda da professora/pesquisadora para explicar o funcionamento da balança analítica.

Nesse momento, os membros dos grupos G2 e G3 aproveitaram para ficar atentos às orientações para conseguir operacionalizar a balança (figura 10). Inicialmente, eles demonstraram receio para manipular as vidrarias, então, a professora/pesquisadora, ao perceber a dificuldade, perguntou:

“Qual o motivo do receio em manipular as vidrarias?”

E, por alguns segundos, todos permaneceram calados, em seguida uma estudante do grupo G1 respondeu:

“Professora eu tenho medo de quebrar”

E a professora/pesquisadora respondeu:

“Não precisas ter medo, basta ter cuidado e atenção ao trabalho” (Figura 7)



Figura 7. Mostra o momento da operação com a balança digital.

Eles demonstraram responsabilidade pelo trabalho e as interações também foram valiosas para que aos poucos ficassem mais à vontade no laboratório, respondendo, de forma satisfatória, a atividade proposta. Durante o teste da condutividade elétrica, boa parte dos estudantes mostrou-se familiar ao equipamento utilizado para testar a condutividade elétrica, por terem trabalhado em outro momento na escola.

Assim, podemos considerar que as interações estudantes-estudantes e estudantes-professora/pesquisadora foram fundamentais para promover um ambiente propício a criar discussões em grupo, consideradas de grande importância para o processo ensino e aprendizagem, uma vez que deixam os estudantes mais a vontade para levantar hipóteses e expor suas ideias (MALDANER, 2000).

Segundo momento os estudantes tiveram um tempo para analisar, confrontar os resultados e negociar as ações e procedimentos do tipo: quem fará a apresentação ou, que dia será entregue a resposta à Situação-Problema. Um membro grupo G1, ao iniciar a preparação das soluções de cloreto de sódio (1mol/L e 0,3 mol/L) e sacarose 0,3 mol/L com diferentes concentrações, ressaltou:

“Professora se no procedimento está dizendo que a concentração da solução é mol/L vamos ter que pesar a massa exata?”

Então, ela respondeu:

“Isso mesmo gente!!!”.

Trata-se de uma estudante que gosta de se ausentar da sala de aula para conversar com os colegas de outras turmas (conhecimento procedimental), entretanto, se manteve sempre presente e demonstrou descontração durante as atividades. As atitudes dos grupos foram de engajamento, sempre realizando o revezamento das tarefas e atentos aos registros. Ao término do experimento, a professora/pesquisadora iniciou a apresentação das respostas da ficha-tarefas (por grupo). Durante a discussão, um membro do grupo G3 fez uma relação entre a água do mar e a água mineral, em busca de explicar as diferentes concentrações de sais minerais, ele falou:

“Professora, eu já fiz uma vez o teste da condução de corrente elétrica na água do mar e a lâmpada acendeu bem forte, enquanto que, na água mineral quase não dava para perceber, pois a quantidade de sais minerais a concentração de sais é bem menor”

Essa relação facilitou o entendimento de um membro do grupo G2 que disse:

“Agora eu entendi a relação da concentração molar das soluções iônicas na condução de eletricidade”

Durante a discussão, todos demonstraram desenvoltura para expor sua opinião, o que consideramos relevante, no trabalho por Situação-Problema.

Terceiro momento logo após a discussão, a professora/pesquisadora fez uma intervenção e explicou os fenômenos da dissolução, dissociação e ionização, utilizando os três níveis do conhecimento químico. Eles demonstraram capacidade para

argumentar com a professora/pesquisadora e, em busca da compreensão dos fenômenos, analisaram as equações químicas. Assim, ao explicar cada fenômeno, eles expõem suas ideias, isto, utilizando uma linguagem cientificamente aceita. A visão dos três níveis de conhecimento químico auxiliou os estudantes na compreensão dos fatos. No quadro 7, a seguir, apresentamos a análise das ações dos participantes e atitudes do grupo, referente ao experimento 2.

Análise das ações dos participantes: atividades no laboratório da (UFRPE)			
Experimento 2. Investigando a influência das forças intermoleculares na volatilização e pressão máxima de vapor do solvente.			
Fases	Ações e conceitos Abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Primeiro momento	A professora/pesquisadora explicou os procedimentos e apresentou a geometria espacial de cada solvente, utilizando o Atomlig 77 (educação), e deixou um tempo para desenvolverem os procedimentos, discutir sobre os fatos e, responder as questões da ficha-tarefas.	Apresentaram capacidade para executar os procedimentos, dividir as tarefas, registrar e avaliar os resultados, articulando as informações obtidas sobre as forças que atuam entre as moléculas dos solventes.	Permaneceram atentos e questionaram como proceder para obter o registro sobre o experimento.
Segundo momento	A Professora iniciou uma discussão para investigar a compreensão dos estudantes sobre a polaridade das moléculas e sua relação com as forças intermoleculares.	Capacidade para usar e compreender a linguagem científica, ler e argumentar sobre os fatos e informações obtidas.	Discutiram, ao fazer o confronto dos dados. Houve um momento de descontração durante o registro. As discussões foram produtivas.
Terceiro momento	A professora/pesquisadora fez a intervenção e formalizou os conceitos interligados (polaridade das moléculas, forças de interações intermoleculares), trabalhando com os três níveis de conhecimento químico. Ao término da intervenção, finalizou a atividade.	Demonstraram capacidade ao responder sobre os questionamentos da professora/pesquisadora durante a intervenção.	Atentos a formalização dos conceitos com momentos de descontração.

Quadro 7. Análise das ações dos participantes: ATIVIDADE 2

Primeiro momento iniciou-se com a leitura dos procedimentos e separação das vidrarias e reagentes. O Atomlig 77 educação foi utilizado para representar a geometria molecular dos solventes: água, etanol e propanona. Esse instrumento didático já havia sido utilizado pela professora/pesquisadora em outra ação na sala de aula. Logo após a leitura dos procedimentos, foi disponibilizado um tempo para cada grupo desenvolver o experimento e responder as questões da ficha-tarefas. As ações de aprendizagem foram demonstradas durante a organização dos materiais (vidrarias e reagentes) e, ao combinarem o procedimento utilizado (por grupo) para registrar, usando o cronômetro, o tempo de evaporação de cada solvente. Logo, a argumentação, articulação e tomada de decisões (por grupo) auxiliaram os estudantes a fazer o confronto do registro para chegarem a um consenso, entretanto, mesmo com a negociação, os componentes do grupo G3 não obedeceram à regra de adotar o mesmo procedimento para todos, o que interferiu no registro do tempo de evaporação. Assim, ao confrontar com os registros dos outros grupos, perceberam o erro.

Segundo momento inicialmente, houve um momento de descontração entre os participantes, ao comentar e imitar alguns gestos dos colegas para acelerar a evaporação de cada solvente. Esse comentário serviu para o grupo G3 perceber que a forma adotada pode interferir no registro do tempo de evaporação de cada solvente. Esse momento foi considerado lúdico e, ao mesmo tempo, serviu como troca de experiências. Em seguida, a professora/pesquisadora retomou a discussão e deu início a apresentação das respostas da ficha-tarefas. A resposta para o solvente mais volátil foi a mesma:

“Propanona”

O exemplo a seguir ilustra a justificativa da resposta:

“Por não conter pontes de hidrogênios”

Então, um membro do grupo G1 comentou:

“Ficou fácil responder essa questão bastava comparar a geometria molecular da propanona com a dos outros dois solventes (água, álcool), eles apresentam pontes hidrogênios”

Foi importante a capacidade demonstrada pelos estudantes para interpretar dados encontrados na tabela, o que possibilitou relacionar os valores tabelados da pressão de vapor de cada solvente e justificar a intensidade das forças que atuam entre as moléculas do solvente. Segundo Fonseca (2001), a investigação da intensidade das forças que

atuam entre as moléculas do solvente auxilia os estudantes em busca da compreensão das modificações no comportamento do solvente na solução, a partir da interação (soluto-solvente) frente ao aquecimento, congelamento e quantidade do vapor produzido.

Terceiro momento após a apresentação (por grupo) e discussão, a professora/pesquisadora fez uma intervenção para formalizar os conceitos, utilizando-se dos três níveis do conhecimento químico. O Atoming 77 educação foi utilizado para construir as moléculas dos solventes para representar os tipos de forças que atuam entre as moléculas. Durante a intervenção, a professora/pesquisadora relembrou as instruções e aliviou o trabalho, através de suportes facilitadores (conceitos chaves), utilizados como ferramentas, para orientar os estudantes em busca da compreensão dos fatos (MEIRIEU, 1998). No quadro 8, a seguir, apresentamos a análise das ações dos participantes e atitudes do grupo, referente ao experimento 3.

Análise das ações dos participantes: atividades no laboratório da (UFRPE)			
Experimento 3 Investigando a influência do número de partículas do soluto não volátil na vaporização do solvente nas soluções aquosas (sacarose e cloreto de sódio).			
Fases	Ações e conceitos abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Primeiro momento	A professora/pesquisadora explicou a mudança no procedimento (processo de aquecimento) e, deixou um tempo para eles executarem a tarefa, discutir e responder as questões da ficha-tarefas.	Apresentaram capacidade para executar os procedimentos, dividir as tarefas com certa dificuldade para realizar a leitura do termômetro, mas demonstraram habilidade para utilizar o cronômetro do celular e certa familiaridade com as vidrarias e o ambiente. Logo, a ajuda da professora foi solicitada raramente.	Executaram a atividade, porém, já demonstram cansaço no final do primeiro período da pesquisa.
Segundo momento	Apresentação por grupo das respostas e discussão, com a mediação da professora/pesquisadora, sobre as mudanças nas propriedades físicas do solvente.	Capacidade para observar, registrar, avaliar os resultados e interpretar os valores tabelados da pressão de vapor. Demonstraram capacidade para ler e argumentar as informações e, compreender a linguagem científica.	Discutiram e confrontaram as informações. As discussões durante a atividade foram produtivas.
Terceiro momento	Após a apresentação a professora fez uma intervenção e formalizou os conceitos objetivando a visão geral sobre os efeitos coligativos. Logo após a intervenção, finalizou a atividade.	Argumentaram sobre o experimento durante a intervenção da professora.	Atentos a formalização dos conceitos e ao registro sobre o experimento.

Quadro 8. Análise das ações dos participantes: ATIVIDADE 3

Primeiro momento inicialmente, a professora/pesquisadora chamou à atenção dos estudantes para leitura dos procedimentos e fez uma modificação no aquecimento dos sistemas, trocando o bico de bunsen pela chapa aquecimento. Em seguida, reservou um tempo para execução da tarefa e confronto do registro de observação. Durante o experimento, os estudantes demonstraram cansaço, porém, mesmo assim, executaram a tarefa. As ações de aprendizagem foram apontadas, ao demonstrarem habilidades para utilizar equipamentos do seu dia-a-dia (cronômetro do celular) e ao manusearem as

vidrarias, porém, tiveram dificuldade de trabalhar com o termômetro, solicitando a ajuda da professora/pesquisadora na hora de confirmar a leitura. Os conflitos e desequilíbrios foram gerados durante o confronto do registro da temperatura no início da ebulição de cada sistema, onde, o grupo G1, ao ouvir os comentários do grupo G2, verificou que seu registro estava diferente, pois, a água, que deveria entrar primeiro em ebulição, havia demorado mais. Logo, o grupo solicitou a presença da professora/pesquisadora, que ao ouvir o problema, resolveu questioná-los:

“Será que vocês trocaram a numeração dos sistemas?”

Assim, ao se afastar do grupo, percebeu que eles decidiram repetir o experimento e, ao concluir o novo registro, um membro do grupo comentou:

“Ah! Professora realmente a gente trocou a numeração dos sistemas”

E a professora/pesquisadora comentou:

“Nem sempre aprendemos acertando, mas também aprendemos com nossos erros”

No grupo G3 houve um momento de incerteza em relação ao registro da temperatura de ebulição da solução de sacarose 0,3 mol/L, pois, a mesma entrou em ebulição antes da solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L. Desta forma, resolveram solicitar a ajuda da professora/pesquisadora. Ao discutir o problema com o grupo, fez o seguinte questionamento:

“Será que o problema está na chapa de aquecimento?”

Ao levantar essa hipótese, o grupo resolveu repetir o aquecimento em outra chapa e, logo após o registro, um membro do grupo chamou a professora e comentou:

“Ainda bem que deu certo o aquecimento em outra chapa, pois já estávamos achando que havíamos errado na leitura do termômetro”

Então, a professora disse:

“Que bom que vocês descobriram a falha no aquecimento”

Neste contexto, consideramos que as interações entre estudante-estudante e estudante-professora/pesquisadora foram importantes para a tomada de decisão do grupo em busca da compreensão dos fatos.

Segundo momento iniciou com a apresentação das respostas da ficha-tarefas, onde os grupos interagiram, e um membro do grupo G3 questionou a resposta do grupo G1:

“A água só tem moléculas”

“Vocês podem explicar melhor essa resposta?”

E um membro do grupo G3 respondeu:

“Observamos que, a solução mais concentrada demorou mais tempo para evaporar o solvente”

Neste caso, evidenciamos que as observações e registros foram importantes para auxiliá-los na dedução das informações obtidas a partir do registro das observações que necessitam de explicações que se encontram a nível microscópico do conhecimento químico.

Eles também levantaram hipóteses ao observar as modificações nas propriedades físicas do solvente, onde um membro do grupo G1 falou:

“O que será que acontece lá dentro? Eu queria poder ver”

Percebemos que os educandos sempre necessitam da contextualização do conhecimento em busca de abstrair as informações necessárias, que devem servir de suportes facilitadores (conceitos chaves) para auxiliá-los na compreensão dos fatos em prol da construção do conhecimento (MEIRIEU, 1998). As ações de aprendizagem foram demonstradas a todo o momento, utilizando os valores tabelados da pressão de vapor do solvente para validar as respostas das questões da ficha-tarefas. Os grupos fizeram comentários entre si e, durante a apresentação, o grupo G3 comentou:

“A gente também teve dificuldade para fazer a leitura da temperatura, mas descobrimos que o problema estava na chapa de aquecimento”.

Ao ouvir o comentário a professora/pesquisadora falou:

“Gente, o mais importante foi ver o interesse de vocês em buscar uma solução para o problema”

Neste caso, podemos considerar que o instrumento didático favoreceu o desenvolvimento das ações de aprendizagem, estimulando os estudantes a superar dificuldades, tais como: capacidade para observar, registrar, argumentar, avaliar os resultados. Essas competências são específicas do domínio científico e auxiliam os educandos na construção do conhecimento (MARTINS *et al*, 2004).

Terceiro momento após a discussão, a professora/pesquisadora fez uma intervenção para formalizar os conceitos trabalhados no experimento. Durante a intervenção, os estudantes sentiram-se a vontade para questioná-la sobre situações do seu dia-a-dia, tais como: a escassez da água potável, a elevada corrosividade da água salgada. Todos participaram da discussão e ficaram atentos as explicações dos fatos. Ao finalizar a intervenção, a mesma fez um intervalo para o almoço com duração de 2h. Desta maneira, a professora/pesquisadora abordou os conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas das soluções, valorizando inicialmente aspectos qualitativos e, a partir da discussão sobre a temática, os educandos conseguiram relacionar o conteúdo de Propriedades Coligativas das soluções com situações do seu dia-a-dia. Segundo Herber (2007), muitas vezes, os educandos ficam com apenas a opção do livro didático que, por sua vez, não é suficiente para viabilizar a contextualização do conteúdo. No quadro 9, a seguir, apresentamos a análise das ações dos participantes e atitudes do grupo, referente ao experimento 4.

Análise das ações dos participantes: atividades no laboratório da (UFRPE)			
Experimento 4. Investigando a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de ebulição das soluções aquosas			
Fases	Ações e conceitos abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Primeiro momento	A professora explicou os procedimentos e chamou à atenção dos grupos para observar o aquecimento. Reservou um tempo para execução da tarefa e responder as questões da ficha-tarefas	Inicialmente, demonstraram capacidade para executar os procedimentos que exigiu mais atenção para o registro da temperatura e tempo. Interpretaram, em termos gerais, as informações científicas. A ajuda da professora/pesquisadora quase não foi solicitada	Inicialmente, executaram a atividade, e permanecem atentos aos procedimentos e registros, entretanto, perderam muito tempo para aquecer a chapa e distribuir o os sistemas
Segundo momento	A Professora/pesquisadora convidou os grupos para apresentação e confronto das respostas da ficha-tarefas. Logo após, fez uma intervenção e trabalhou os conceitos.	Demonstraram capacidade para observar, registrar, avaliar os resultados, responder as questões da ficha-tarefas, usar e compreender a linguagem científica, ler e argumentar sobre as informações.	Atentos aos procedimentos, engajados durante a execução da tarefa e apresentação das respostas (por grupo). A discussão sobre as questões da ficha-tarefas foi muito proveitosa.
Terceiro momento	Após a discussão, a professora/pesquisadora iniciou a intervenção e formalizou os conceitos e discutiu sobre os fenômenos concretos vivenciados, utilizando-se dos três níveis de conhecimento químico.	Argumentaram durante a intervenção. Conseguiram associar as informações científicas aos efeitos coligativos observados no experimento.	Atentos a formalização dos conceitos e registro. Questionaram sobre situações do seu dia-a-dia.

Quadro 9. Análise das ações dos participantes: ATIVIDADE 4

Primeiro momento inicialmente, houve um momento de descontração com os estudantes. Logo após, a professora/pesquisadora agradeceu a permanência de todos e deu continuidade ao trabalho. Ao retomar as atividades, fez a leitura dos procedimentos, chamou a atenção dos estudantes e pediu para testar o aquecimento da chapa e observar a numeração dos sistemas. Um membro do G2 e outro do grupo G3, durante a leitura

dos procedimentos, demonstraram sonolência, porém, ao iniciar a execução da tarefa, despertaram e participaram da atividade ativamente. As ações de aprendizagem, capacidade de obter dados, interpretar em termos gerais informações científicas e registrar a leitura (cronômetro e termômetro) foram demonstradas durante o desenvolvimento da tarefa (figura 8).



Figura 8. Momento da leitura da temperatura de cada sistema

Neste contexto, considera-se que as interações entre estudante-estudante e estudante-professora/pesquisadora foram importantes para o desenvolvimento de atitudes no educando a tomada de decisão do grupo em busca da compreensão dos fatos.

Segundo momento a professora/pesquisadora convidou cada grupo para apresentar as respostas da ficha-tarefas. Durante a discussão, um membro do grupo G1 comentou sobre a escassez da água potável e disse:

“Professora, agora eu sei por que a água potável do planeta está se acabando”

Ela falou:

“Você sabe o motivo?”

Ele respondeu: *“Deve ser por que a água potável evapora mais facilmente”*

Em seguida, aproveitou o momento e fez uma intervenção, explicando o fenômeno. Desta maneira, percebe-se que a leitura do texto auxiliou os estudantes a refletir sobre problemas do seu dia-a-dia em busca da compreensão dos fatos.

Terceiro momento após a discussão, a professora/pesquisadora fez uma intervenção para formalizar os conceitos trabalhados no experimento. Ela voltou a comentar fenômenos do dia-a-dia dos estudantes, do texto intitulado: Água: soluções e propriedades e explicou os fatos utilizando os três níveis do conhecimento químico. O

interesse pelo tema ficou evidente quando eles ficaram curiosos para entender o novo conhecimento, a ação do etilenoglicol (soluto não volátil), utilizado para modificar as temperaturas de ebulição e fusão da água. Verificamos que eles ficaram atentos à explicação e abertos ao diálogo. No quadro 10, a seguir, apresentamos a análise das ações dos participantes e atitudes do grupo, referente ao experimento 5.

Análise das ações dos participantes: atividades no laboratório da (UFRPE)			
Experimento 5. Investigando a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de congelamento das soluções.			
Fases	Ações e conceitos abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Primeiro momento	A professora/pesquisadora explicou os procedimentos e chamou à atenção dos grupos para observar a numeração de cada sistema. Reservou um tempo para executar, registrar, discutir e responder as questões da ficha- tarefas.	Demonstraram capacidade para executar a tarefa e negociar a responsabilidade de cada integrante do grupo. Assim, a ajuda da professora/pesquisadora não foi solicitada.	Permaneceram engajados durante toda atividade. Demonstraram-se curiosos para saber o resultado do experimento. Levantaram hipóteses em busca da compreensão dos fatos.
Segundo momento	Apresentação das respostas da ficha-tarefas (por grupo) e discussão, envolvendo situações do dia-a-dia dos estudantes em busca da compreensão dos fatos	Apresentaram capacidade para observar, registrar e analisar os resultados. A discussão foi importante para auxiliá-los a responder as questões da ficha-tarefas e contribuiu na leitura, argumentação e compreensão da linguagem científica.	Atentos e engajados na atividade. Questionaram sobre alguns fenômenos trabalhados no texto intitulado: Água: soluções e propriedades.
Terceiro momento	A professora/pesquisadora, após a discussão, fez uma intervenção e formalizou os conceitos. Ao término da intervenção, finalizou a atividade.	Argumentaram sobre o experimento e, durante a intervenção da professora/pesquisadora, levantaram hipóteses em busca do entendimento dos fatos.	Atentos a formalização dos conceitos e registros.

Quadro 10. Análise das ações dos participantes: ATIVIDADE 5

Primeiro momento a professora/pesquisadora fez a leitura dos procedimentos. Logo após, disponibilizou um tempo para executar a tarefa e responder as questões sobre o experimento. Percebe-se que eles ficaram sempre atentos à numeração dos sistemas e, demonstraram capacidade para executar os procedimentos e dividir a responsabilidade

do trabalho. Com isto, a ajuda da professora/pesquisadora não foi solicitada. Além disso, dois membros do grupo G2 comentaram entre si:

“Estou curioso para saber o que vai acontecer”

E o outro falou:

“Eu já sei que a água pura vai congelar”

Segundo Francisco Jr (2008), uma atividade experimental de cunho investigativo, a partir de materiais concretos, contribui para instigar a curiosidade dos estudantes e, assim, norteá-los na explicitação da problematização.

Segundo momento deu início às apresentações das respostas da ficha-tarefa, demonstrando interesse e capacidade. As competências de aprendizagem foram verificadas ao usar e compreender a linguagem científica, ler e argumentar sobre os temas. A discussão se procedeu de forma produtiva e valiosa para a professora/pesquisadora averiguar a posição do estudante ao longo da pesquisa, no sentido de identificar as dificuldades e lhes dar solução (HAYDT, 1995).

Terceiro momento iniciou com a intervenção para formalizar os conceitos sobre os efeitos coligativos, ebuliometria e tonometria e a criometria. Durante a intervenção, eles argumentaram em busca da compreensão dos conceitos. A professora/pesquisadora aproveitou o momento, avaliou e trabalhou os suportes facilitadores de aprendizagem (conceitos chaves) para auxiliar os estudantes na estruturação das tarefas cognitivas (MEIRIEU, 1998).

No quadro 11, a seguir, apresentamos a análise das ações dos participantes e atitudes do grupo, referente ao experimento 6.

Análise das ações dos participantes: atividades no laboratório da (UFRPE)			
Experimento 6. Investigando a influência da concentração do soluto não volátil no fenômeno de osmose nos meios hipotônico, isotônico, hipertônico			
Fases	Ações e conceitos abordados	Ações de aprendizagem	Atitudes do grupo
Primeiro momento	A professora/pesquisadora explicou os procedimentos. Disponibilizou um tempo para executar, discutir e responder as questões sobre o experimento.	Apresentaram capacidade para executar os procedimentos, dividir as tarefas, manipular as vidrarias e operacionalizar o microscópico. A ajuda da professora/pesquisadora foi solicitada apenas no início do experimento.	Inicialmente, executam a atividade e permanecem engajados durante toda atividade, porém demonstraram-se decepcionados por não conseguir uma melhor visão das lâminas. Assim, levantaram hipóteses em busca da compreensão dos fatos.
Segundo momento	Para explicar cada sistema, associaram o número de partículas do soluto não volátil aos meios hipotônico, hipertônico e isotônico e buscaram a compreensão dos fatos, ao tecer comentário sobre o texto intitulado: Água: soluções e propriedades.	Capacidade para observar, registrar, avaliar interpretar o resultado. Demonstraram competência para ler e argumentar a linguagem científica.	Atentos, engajados, porém descontraídos na execução da tarefa. Comentaram sobre assuntos fora da atividade e discutiram para fazer o registro e buscar a elucidação do fenômeno.
Terceiro momento	A professora/pesquisadora, após discussão, fez uma intervenção para auxiliá-los na elucidação dos fatos. Formalizou os conceitos envolvidos que exige do estudante uma visão geral sobre o fenômeno da osmose. Ao término da intervenção, comentou que os efeitos coligativos não acontecem separadamente e finalizou a atividade.	Argumentaram durante a formalização dos conceitos usando linguagem científica aceitável e também levantaram hipóteses em busca do entendimento dos fatos.	Atentos a formalização dos conceitos e ao registro das novas informações.

Quadro 11. Análise das ações dos participantes: ATIVIDADE 6

Primeiro momento os estudantes realizam a leitura dos procedimentos e, desta vez, tiveram atenção e não trocaram a numeração dos sistemas. Logo após, a professora/pesquisadora deixou um tempo para executar a tarefa, fazer o registro e

responder as questões da ficha-tarefas. As ações de aprendizagem são observadas durante o trabalho experimental.

O grupo G1, logo após a leitura dos procedimentos comentou:

“Gente não vai errar a numeração, pois já está ficando tarde e, não dá tempo para repetir nada” (Figura 9)



Figura 9. Momento que os membros do grupo G1 escutam as orientações do colega.

Nesse momento, a professora/pesquisadora aproveitou para desenvolver o senso de responsabilidade dos educandos e chamou a atenção dos demais quanto a numeração. As ações de aprendizagem foram desenvolvidas durante a atividade (Figura 10). A ajuda da professora/pesquisadora foi solicitada raramente e eles permaneceram engajados durante toda atividade. Eles estavam ansiosos para ver as lâminas com o esfregaço do sangue



Figura 10. Mostra ações de aprendizagem durante realização do experimento.

Segundo momento inicialmente, a professora/pesquisadora comentou:

“Gente, infelizmente não consegui o óleo de imersão”.

E um membro do G3 falou:

“Ah! Professora eu lembrei agora, a professora Vânia sempre usava esse óleo no microscópio”

Logo após, deu início a apresentação das respostas da ficha-tarefas (por grupo), aproveitou o momento da discussão e explicou a osmose nos meios: hipotônico, isotônico e hipertônico. A mesma utilizou os prefixos: hipo, iso e hiper e os relacionou ao número de partículas do soluto não volátil em cada sistema. Durante a discussão, um membro do G3 comentou sobre o texto intitulado Água: soluções e propriedades e disse:

“Professora essa explicação sobre o meio isotônico serve para explicar a função das bebidas isotônicas?”

E a mesma, respondeu:

“Claro que serve”

Então, ele comentou:

“Então professora devolva o meu questionário para eu consertar a resposta!”

Ela respondeu:

“Gente! Não se preocupe com as respostas do questionário, o mais importante será a participação de vocês em todas as etapas da pesquisa!”

As ações de aprendizagem, tais como: ler e argumentar as informações, usar e compreender a linguagem científica foram investigadas durante a evolução do experimento. A discussão foi produtiva e serviu para auxiliar os educandos na elucidação dos fatos. Também evidenciamos, a partir da análise do registro em vídeo, que eles permaneceram atentos, engajados e descontraídos na execução da tarefa.

A aprendizagem foi o processo pelo qual o grupo adquiriu as informações, desenvolveu habilidades, atitudes e valores a partir de seu contato com o objeto de estudo em interação com o meio ambiente e as outras pessoas (OLIVEIRA, 1993).

Terceiro momento a professora/pesquisadora iniciou a formalização dos conceitos sobre o conteúdo de Propriedades Coligativas das Soluções e, no decorrer da intervenção, a mesma ressaltou:

“Gente, os efeitos coligativos não acontecem separadamente, por que eles estão interligados entre si”

Neste contexto, Herber (2007) ressalta que o ensino das propriedades coligativas envolve vários conceitos, o que possibilita o professor trabalhar com atividades práticas e investigativas sem o uso de fórmulas e cálculos matemáticos auxiliando os educandos a relacionar esse conteúdo com situações do seu dia-a-dia.

Assim, ao concluir a intervenção, a professora/pesquisadora finalizou a atividade e agradeceu a participação de todos que contribuíram de forma direta ou indireta na realização do trabalho de pesquisa. Em seguida, solicitou a ajuda dos estudantes para deixar o laboratório organizado. A seguir, apresentaremos a análise das operações mentais dos estudantes durante a resolução da SP.

4.2.2 Análise das operações mentais dos estudantes para encontrar uma resposta para a SP.

Para analisar as “operações mentais” dos estudantes, foram utilizados como dados desta pesquisa as respostas dos estudantes encontradas para as questões das atividades experimentais investigativas. Com isto, a professora/pesquisadora estabeleceu como categorias de análise as ferramentas operacionais da “operação mental” que o sujeito deve realizar e chegar à resolução da SP sugeridas por (MEIRIEU, 1998). Os resultados referentes às operações mentais dos estudantes se encontram nos quadros (12-25) e foram analisadas (por grupo), identificados por: G1, G2 e G3. Os dados obtidos foram utilizados pela pesquisadora e investigados para averiguar se a Situação-Problema; os instrumentos didáticos utilizados e as tarefas desenvolvidas forneceram materiais e instruções para auxiliar os estudantes a suscitar uma ou mais operações mentais; dedução (DD); indução (ID); dialética (DA); divergência (DV), requeridas para

encontrar uma resposta à SP. As realizações dessas operações mentais pelo estudante auxiliaram na transposição do obstáculo, entendido como uma certeza prévia e bem estruturada e considerada pelo indivíduo como verdade, o qual está vinculado nesta pesquisa ao estudo das propriedades coligativas das soluções.

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 1.					
Questão 1. Os resultados obtidos a partir do fator intensidade de corrente elétrica, do teste da condutividade elétrica, em cada solução foi o mesmo? Por quê?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	A sacarose e a água não acenderam a solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L. Houve uma pequena intensidade e a solução de cloreto de sódio 1 mol/L- acendeu com grande intensidade de corrente elétrica.	Ao associar a condução da eletricidade e intensidade da corrente elétrica a dois fatores: natureza química e concentração solução.	Ao testar a natureza química da água pura que não permitiu a passagem de corrente elétrica.	Ao utilizar a teoria da dissociação para explicar a condução e intensidade de corrente elétrica.	Ao agrupar substâncias de mesma natureza química para justificar a passagem de corrente elétrica.
G2	Não, porque é diferente a concentração molar.	Ao observar que a maior intensidade de corrente elétrica nas soluções iônicas deve-se a concentração molar do soluto não volátil.	Ao confrontar os dados obtidos durante a realização da tarefa com as informações sobre o fenômeno.	Ao argumentar que “o cloreto de sódio é constituído de íons e a sacarose contém moléculas”.	Ao agrupar as soluções iônicas e moleculares para justificar o fato de conduzir ou não a corrente elétrica.
G3	Não, porque a concentração de uma mistura pode ser expressa pela quantidade relativa entre soluto e solvente	Ao deduzir a relação entre a intensidade da corrente e o número de partículas do soluto não volátil na solução.	Ao confrontar os dados advindos do experimento com a teoria da condutividade e elétrica.	Ao relacionar a teoria para justificar os fatos.	Ao comparar a concentração de diferentes soluções e justificar a intensidade de corrente elétrica de cada sistema.

Quadro 12. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 1: QUESTÃO 1

No experimento 1, que se refere ao teste da natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não-eletrolítica, os estudantes responderam a três questões descritas na ficha-tarefas. A resposta para a questão 01 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo) apresentaremos no quadro 12, a seguir. Questão 01: os estudantes teriam que explicar a diferença de intensidade elétrica. Analisamos a resposta (por grupo) baseada no registro a partir das observações sobre o experimento, onde cada grupo testou a condutividade elétrica de cada solução, entretanto, o grupo G1, ao confrontar o registro a partir das observações dos fatos, percebeu as similaridades das soluções (DD). Ao agrupar as soluções, estabeleceu uma relação entre o número de partículas do soluto na solução e a natureza química dessas partículas (ID). Então um membro do grupo G1 comentou:

“Nosso grupo acha que a natureza do soluto não volátil tem haver com a condução da eletricidade e, a concentração da solução está ligada a intensidade da corrente elétrica.” (DD)

Logo, o grupo G2 argumentou: *“Isto é porque a solução do cloreto de sódio é formada por íons e a sacarose é formada por moléculas, por isso, não acendeu a lâmpada” (DA)*

Neste caso, a compreensão do fenômeno exigiu do grupo conhecimento teórico para abstrair as informações a partir do registro das observações sobre o experimento. Na (figura 11), a seguir, podemos verificar o teste experimental da condutividade elétrica das soluções eletrolíticas no laboratório da UFRPE.



Figura 11. Mostra o momento do grupo G2 testando as soluções.

O grupo G3 esteve atento às apresentações, onde, a todo o momento, demonstrava essa atenção, através de gestos com a cabeça, concordando com as respostas e comentários dos grupos G1 e G2.

Logo, antes de iniciar a apresentação comentou:

“Professora praticamente tudo que a gente ia falar já foi falado”

Com isto, a professora/pesquisadora entendeu que o grupo G3 aceitou as respostas e os comentários dos grupos G1 e G2 que antecederam a sua apresentação. A seguir, apresentamos no quadro 13, análises das respostas e operações mentais dos estudantes da questão 02.

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 1.					
Questão 2. Justifique o fator intensidade de corrente elétrica, a partir da determinação da concentração do número de partículas do soluto não volátil nas soluções, utilizando-se da equação química que simboliza o fenômeno microscópico das soluções.					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Houve um aumento do número de partículas do soluto nas soluções iônicas. E a solução de sacarose (molecular) não aumentou na solução.	Ao observar cada sistema e utilizar as equações para justificar o fenômeno.	Ao assimilar as informações referentes às equações químicas que exige certo grau de abstração.	Ao tratar as informações sobre os fenômenos para justificar a intensidade da corrente elétrica.	Ao confrontar os registros e estabelecer uma relação entre o número de partículas e a natureza química do solvente.
G2	A solução de sacarose não acendeu (molecular). E as soluções de cloreto de sódio acenderam (iônicas).	Ao associar os fatos para justificar a intensidade de corrente elétrica.	Ao explicar a intensidade a partir da concentração e natureza química do soluto não volátil	Ao classificar as soluções em eletrolíticas e não-eletrolíticas.	Ao agrupar os fatores considerados essências para justificar a condutividade elétrica.
G3	A solução de sacarose não acendeu e permanece com a mesma quantidade de mol e as soluções de cloreto de sódio aumentam a quantidade de partículas (íons).	Ao testar as soluções e estabelecer uma relação para explicar a intensidade de corrente elétrica.	Ao executar o experimento e buscar explicações para os fatos durante a rotação das tarefas.	Ao assimilar e tratar as informações em interação com a teoria para explicar o fenômeno.	Ao Relacionar as equações químicas e agrupar conforme a quantidade de partículas do soluto não volátil.

Quadro 13. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 1: QUESTÃO 2.

Questão 02: os estudantes teriam de justificar a diferença de intensidade de corrente elétrica, a partir da concentração do número de partículas do soluto não volátil nas soluções, utilizando-se das equações químicas para representar aspectos microscópicos no interior de cada solução, que exige uma visão do conhecimento a nível microscópico.

O grupo G1 observou os fatos e fez o registro (DD). Ao assimilar as informações que exigiu certo grau de abstração (ID), utilizou-se das mesmas que serviram de suportes facilitadores (conceitos chaves) para justificar a intensidade de corrente elétrica nas soluções eletrolíticas (DA).

O grupo G2 também conseguiu associar o registro dos efeitos observáveis, (DD), e cruzou o registro das informações obtidas a partir das observações sobre o experimento (ID). Também utilizou as equações para justificar a intensidade de corrente elétrica de cada sistema (DA). O grupo demonstrou certo domínio, ao interpretar os fatos e utilizar as equações para representar a dissolução da sacarose e dissociação do NaCl em diferentes concentrações (DA), estabelecendo uma relação entre a natureza química do soluto não volátil e o número de partículas do soluto nas soluções eletrolíticas (DV).

O grupo G3 testou as soluções e conseguiu fazer a mesma relação entre a intensidade de corrente elétrica e o número de partículas do soluto não volátil (DD), como também tratou as informações obtidas a partir das observações (DD). Ao assimilar e tratar essas informações em interação com a teoria (DA), estabeleceu uma relação entre a visão macroscópica e microscópica do conhecimento químico (DV).

Logo, ao analisar as operações mentais dos estudantes, consideramos que essa atividade forneceu informações que subsidiaram os estudantes a criar novas relações originais, envolvendo os fatos e noções do registro de explicação (pensamento sincrético), ou seja, relacionou elementos diferentes e fez a união entre eles (MEIRIEU, 1998). No quadro 14, apresentamos a análise das respostas dos estudantes e operações mentais (por grupo) da questão 03.

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 1.					
Questão3. O que você acha que justifica o fator intensidade de corrente elétrica nas soluções aquosas testadas?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	A concentração de mol.	Ao arrolar os fatos para explicar a maior intensidade de corrente e associar a concentração molar.	Ao confrontar o registro com as observações e buscar a compreensão dos fatos com certo grau de abstração.	Ao colocar em interação as informações obtidas e o conceito de concentração molar.	Ao relacionar o registro e as observações sobre o experimento com os conhecimentos científicos.
G2	A quantidade de íons que aumenta na solução de cloreto de sódio.	Ao observar os efeitos concretos de cada fenômeno para investigar a causa e a origem dos fatos.	Ao agrupar as soluções iônicas para explicar a diferença na intensidade de corrente elétrica.	Ao utilizar-se de equações químicas para alcançar a compreensão da constituição de cada sistema.	Ao articular a relação entre o registro sobre o experimento e a teoria.
G3	A quantidade de mol de íons na solução.	Ao deduzir que a intensidade de corrente depende da concentração e natureza química do soluto não volátil.	Ao classificar as soluções pela diferença de intensidade de corrente elétrica.	Ao assimilar e tratar as informações em interação com a teoria da dissociação iônica.	Ao cruzar as informações advindas das equações químicas com o registro sobre o experimento.

Quadro 14. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 1: QUESTÃO 3

Questão 03: cada grupo teria que explicar a intensidade de corrente elétrica nas soluções eletrolíticas para fazer uma análise a nível microscópico.

O grupo G1 respondeu e explicou a diferença de intensidade elétrica e relacionou com a concentração molar da solução eletrolítica (DD). As observações foram consideradas

importantes para o grupo conseguir estabelecer uma relação (ID). A interpretação da concentração molar de cada solução ajudou o grupo a responder a questão (DA). Ao fazer a confrontação dos registros obtidos a partir das observações, explicou os fatos (DV).

A resposta do grupo G2 foi baseada na concentração do número de partículas do soluto não volátil da solução de NaCl, que aumentou após a dissociação iônica (visão microscópica) (DD). Com isto, o grupo conseguiu explicar a diferença de intensidade de corrente elétrica (ID). A interpretação das equações químicas (visão representacional) auxiliou na compreensão do fenômeno (visão microscópica) (DA). O que exigiu do grupo a articulação entre os fatos concretos com a teoria (DV).

O grupo G3 considerou que a intensidade de corrente depende da quantidade de íons na solução (DD) e classificou as soluções pela intensidade de corrente elétrica (ID). Assim, durante a apresentação da resposta, demonstrou segurança ao explicar a teoria da dissociação iônica (DA). A interpretação de cada equação norteou o grupo a cruzar o registro das observações com a teoria (DV). A seguir, apresentamos análise das respostas das questões sobre a atividade experimental 2 e as operações mentais dos estudantes.

No experimento 2, os estudantes responderam a três questões da ficha-tarefas. A resposta para a questão 01 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo) consta no quadro 15, a seguir:

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 2.					
Questão 1. Qual o solvente que volatilizou mais rápido?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Propanona	Ao testar cada solvente e buscar o entendimento dos fatos.	Ao analisar a pressão de vapor de cada solvente em busca de informações.	Ao articular o registro obtido durante o experimento com a teoria sobre as forças intermoleculares	Ao associar a pressão de vapor com os modelos da geometria molecular de cada solvente.
G2	Propanona	Ao testar cada solvente para explicar a volatilidade.	Ao repetir o mesmo procedimento e confrontar o registro para encontrar um ponto comum.	Ao articular o registro das observações com a teoria para explicar os fatos	Ao selecionar e agrupar as informações para explicar as diferenças de volatilidade.
G3	.Acetona	Ao investigar os fatores que interferem no tempo de volatilização de cada solvente.	Ao repetir o mesmo procedimento para confrontar os registros.	Ao concatenar as ideias e registros obtidos durante o confronto para compreensão dos fatos.	Ao relacionar os solventes com diferentes propriedades e estabelecer uma associação entre eles.

Quadro 15. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 2: QUESTÃO 1

Questão 01: cada grupo teria que responder qual o solvente que volatilizou mais rápido.

Onde os três grupos: G1, G2 e G3 deram a mesma resposta:

“Propanona”.

Assim, cada grupo, ao testar a volatilidade de cada solvente, buscou o entendimento dos fatos observáveis durante o desenvolvimento do experimento (DD). E, ao responder a

questão, os três grupos cruzaram o registro obtido a partir das observações sobre o experimento com a teoria sobre as propriedades físicas de cada solvente (pressão de vapor x ponto de ebulição) (DA).

No quadro 16, a seguir, apresentaremos a análise e discussão das respostas dos estudantes e operações mentais (por grupo) da questão 02.

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 2 .					
Questão2. Como você justificaria a maior volatilização desse solvente?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Porque não tem pontes de hidrogênio.	Ao analisar os fatos concretos a partir da interação social para investigar as causas.	Ao adotar o mesmo procedimento para chegar a um consenso durante o confronto do registro do tempo de volatilização.	Ao confrontar o registro do tempo de volatilização com a temperatura de ebulição x tabela da pressão de vapor do solvente.	Ao explicitar as diferenças entre as forças que atuam entre as moléculas.
G2	Mais pontes de hidrogênios	Ao executar a tarefa e analisar os resultados para discutir o teste de sensibilidade.	Ao analisar os registros, os componentes do grupo chegam à mesma resposta.	Ao expressar a intensidade das forças intermoleculares para justificar a volatilidade do solvente.	Ao comparar os registros do tempo com as forças que atuam entre as moléculas.
G3	Por não ter nenhuma ponte de hidrogênio.	Ao observar os fatos concretos e ao executar a tarefa, deduzem a partir das observações.	Ao agrupar os solventes e observar a estrutura molecular.	Ao assimilar as informações e justificar as diferenças entre as forças que atuam entre as moléculas.	Ao explicar a volatilidade e a diferença entre as forças que atuam entre as moléculas.

Quadro 16. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 2: QUESTÃO 2

O grupo G1 resolveu argumentar, ao confrontar o registro das observações com as informações obtidas durante a intervenção da professora/pesquisadora, e atribuiu a diferença de volatilidade às forças que atuam entre as moléculas de cada solvente (DA) (Figura 12).



Figura 12. Mostra o grupo G1 testando a volatilidade dos solventes: água, acetona e etanol e o momento do confronto das informações.

O grupo G2, durante a apresentação, justificou sua resposta associando as informações obtidas a partir da observação dos fatos concretos durante a realização da tarefa (DD) e respondeu a questão:

“Mais pontes de hidrogênio”

Neste momento, o grupo G1 percebeu o equívoco do grupo G2 e ressaltou:

“Vocês observaram as ligações na molécula da propanona?” (DD)

Diante da pergunta, o grupo G2 permaneceu em silêncio e o grupo G1 resolveu comentar:

“A propanona não tem pontes de hidrogênio, já na água e no álcool tem, por isso, a evaporação foi mais rápida” (DA).

Logo, um membro do grupo G2 resolveu se posicionar:

“É mesmo foi um engano na hora de escrever, pois eu terminei trocando o menos por mais” (DV)

Com isto, houve um “reconhecimento e avaliação” dos seus próprios erros.

Em seguida, o grupo G3 deu início a sua apresentação e um membro respondeu:

“A diferença de volatilização de cada solvente foi devido aos tipos de ligações entre os átomos” (DD)

Assim, ao justificar sua resposta, utilizou as informações abstraídas da visualização da estrutura molecular de cada solvente ao verificar o número de pontes de hidrogênio, (DV) (Figura 13).

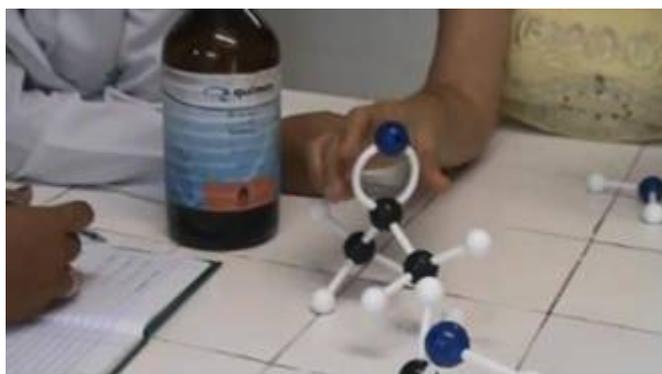


Figura 13. Momento da observação do grupo G3.

Com isto, o grupo, ao cruzar das observações sobre o experimento com o registro, respondeu:

“Por não ter nenhuma ponte de hidrogênio” (DA).

No experimento 3, que se refere ao teste da volatilidade do solvente nas soluções de sacarose e cloreto de sódio, os estudantes responderam a quatro questões da ficha-tarefas. A resposta para a questão 01 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo) encontram-se no quadro 17, a seguir:

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 3 .					
Questão1. Em qual sistema a vaporização do solvente foi maior?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	A água, porque está mais solta, só contém moléculas.	Ao perceber que a vaporização do solvente depende das forças que atuam entre as moléculas.	Ao repetir os procedimentos e agrupar as soluções para explicar a maior vaporização da água a partir dos conceitos envolvidos.	Ao assimilar os tipos de forças que atuam entre as espécies químicas do solvente e nas soluções.	Ao investigar o volume evaporado de cada sistema para justificar a diferença de volatilidade de cada solvente.
G2	Água.	Ao buscar explicação para a diferença de volatilização a partir do volume evaporado.	Ao repetir os procedimentos e analisar a geometria molecular de cada solvente.	Ao relacionar os tipos de forças que atuam entre as espécies químicas.	Ao explicitar as diferenças entre as forças que atuam entre as moléculas.
G3	Na água, 4º sistema.	Ao observar a variação do volume evaporado e atribuir o fato às espécies químicas de cada sistema.	Ao confrontar os resultados e utilizar-se do registro para explicar os fatos.	Ao utilizar-se das informações sobre a geometria molecular para buscar compreensão dos fatos.	Ao comparar , estabelecer critérios de análise para justificar a variação do volume evaporado de cada sistema.

Quadro 17. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 3: QUESTÃO 1

Observamos que os três grupos, ao aquecer os quatro sistemas: Água destilada; solução de sacarose 0,3 mol/L; solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L e solução de cloreto de sódio 1mol/L, responderam:

“Água”

Porém, as justificativas foram diferentes e o grupo G1, ao justificar-se, escreveu:

“a água, porque está mais solta e só contém moléculas” (DD)

Logo, considerou apenas os fatos concretos ao tentar explicar as forças que atuam entre as moléculas do solvente na solução (DA). O grupo também, antes de responder à questão, percebeu que algo estava errado com o seu registro (DD).

Daí, o grupo solicitou a presença da professora/pesquisadora para questioná-la, e levantou algumas hipóteses na tentativa de solucionar o problema. Diante das hipóteses levantadas, o grupo resolveu repetir os procedimentos para investigar a causa (DV). Assim, ao repetir os procedimentos, atribuiu o erro à falta de atenção do grupo por ter trocado a sequência da numeração dos quatro sistemas, (ID).

O grupo G2 não conseguiu justificar sua resposta, apenas respondeu:

“água” (DD).

Porém, durante o momento da intervenção com a professora/pesquisadora, comentou os fatos concretos (visão macroscópica) e questionou a mesma sobre os tipos de forças que atuam entre as moléculas no interior de cada sistema (visão microscópica) (DA).

O grupo G3 também não justificou sua resposta, porém, durante o confronto com o grande grupo, conseguiu estabelecer critérios de análises para justificar os fatos concretos (DV). Além disso, o grupo conseguiu validar sua resposta cruzando as observações obtidas sobre o experimento com algumas informações sobre as propriedades físicas (temperatura de ebulição e a pressão máxima de vapor do solvente), visando justificar o volume evaporado em cada sistema, (DA).

A resposta para a questão 02 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo), apresentaremos no quadro 18, a seguir:

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 3 .					
Questão 02. Em qual sistema a vaporização foi menor?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	A solução de NaCl 1mol/L.	Ao verificar o volume evaporado em cada sistema para compreender os fatos.	Ao comparar os sistemas e considerar que a diferença do volume está associada à concentração do soluto não volátil.	Ao assimilar as informações em busca da compreensão dos fatos.	Ao associar os fatos concretos com o registro das observações .
G2	Solução mais concentrada , 1mol de NaCl.	Ao observar os efeitos concretos e levantar hipóteses para justificar os fatos.	Ao levantar as hipóteses e submetê-las à prova dos fatos.	Ao tratar as informações em interação com a teoria e conceitos envolvidos.	Ao relacionar a linguagem química para justificar os fatos.
G3	Na solução de cloreto de sódio 1mol/L.	Ao fazer o registro a partir das observações dos fatos concretos.	Ao comparar os sistemas para diferenciar o volume evaporado.	Ao assimilar as informações científicas para chegar a compreensão dos fatos	Ao analisar as observações sobre o volume evaporado e justificar a variação de cada sistema.

Quadro 18. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 3: QUESTÃO 2

Questão 02: cada grupo teria que responder qual o sistema onde a vaporização foi menor. O grupo G1, escreveu:

“A solução de NaCl 1 mol/L”

Verifica-se que o grupo acompanhou a evaporação de cada sistema e registrou o volume evaporado em busca da compreensão dos fatos (ID) e, a partir do registro das observações, estabeleceu uma associação entre os sistemas para explicar o volume evaporado a partir da relação estabelecida entre os fatos concretos e a teoria (DV). Ao

assimilar as informações, considerou que a menor evaporação foi devido à maior concentração das partículas do soluto não volátil na solução, (DA).

O grupo G2 respondeu:

“Solução mais concentrada 1mol de NaCl”

Na apresentação, o grupo levantou uma hipótese em busca de justificar os fatos e ressaltou:

“Será que as moléculas da água ficam espremidas lá dentro pela presença do soluto?”
(DD)

Assim, ao tratar as informações, conseguiu associar os fatos concretos vivenciados no experimento com as forças que atuam em cada sistema (DA). O grupo utilizou uma linguagem científica aceitável durante a apresentação (DV).

O grupo G3, ao responder a questão, escreveu:

“Na solução de cloreto de sódio 1mol/L”

Logo, ao comparar o volume evaporado de cada sistema (ID), utilizou uma linguagem científica aceitável e explicou os fatos ao nível microscópico (DA). Além disso, explicou os tipos de forças que atuam em cada sistema, utilizando-se dos modelos geométricos (Atoming educação 77) (DD).

No quadro 19, a seguir, apresentaremos a resposta para a questão 03 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo).

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 3 .					
Questão3. Que justificativa você daria para explicar o volume de solvente vaporizado em cada sistema?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Os íons prendem a água, diminuindo a quantidade de vapor.	Ao levantar as hipóteses para explicar o registro das observações sobre o experimento.	Ao justificar as hipóteses durante a execução da tarefa.	Ao considerar que a presença dos íons na solução diminui a pressão de vapor exercida pelo solvente	Ao verificar que quanto maior o número de partículas menor a pressão de vapor do solvente.
G2	Maior volume evaporado, as forças que prendem as moléculas é menor.	Ao considerar que as forças que atuam entre as moléculas impedem a vaporização do solvente.	Ao verificar que a solução de maior concentração teve menor evaporação.	Ao articular os dois níveis do conhecimento químico macroscópico e microscópico para justificar os fatos.	Ao sempre analisar a natureza química da água e do soluto não-volátil, encontra uma justificativa para os fatos.
G3	Quanto mais forte as forças entre as moléculas da água e o soluto, mais preso o solvente e menor o volume evaporado.	Ao arrolar os fatos, atribui os efeitos às forças que atuam entre as moléculas	Ao relacionar características relativas às forças entre as moléculas do solvente e as partículas do soluto não volátil.	Ao analisar os tipos de forças de interações que atuam entre as moléculas.	Ao utilizar-se de valores tabelados da pressão de vapor para explicar as diferenças entre os sistemas.

Quadro 19. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 3: QUESTÃO 3

O grupo G1 escreveu:

“Os íons prendem a água diminuindo a quantidade de vapor”

Assim, na experimentação, o grupo, ao acompanhar a variação do volume de cada sistema (DD), admitiu que a presença do soluto não volátil em cada sistema impediu a vaporização do solvente na solução (DA).

O grupo G2 respondeu:

“Maior volume evaporado as forças que prendem as moléculas é menor”

Dessa maneira, ao comparar cada sistema, logo após o tempo de vaporização, o grupo admitiu que a maior vaporização do solvente foi devido a menor intensidade das forças que atuam entre as espécies (DA) e, para chegar a compreensão do fenômeno (ID), analisou a natureza química das espécies químicas presentes em cada sistema (DV).

A resposta do grupo G3 foi:

“Quanto mais forte as forças entre as moléculas da água presas ao soluto, menor o volume evaporado”

Ao acompanhar a evaporação de cada sistema, buscou a compreensão dos fatos a partir do registro das observações (DD) e justificou a resposta, utilizando uma linguagem científica mais próxima para explicar a intensidade das forças que atuam entre as espécies químicas de cada sistema (DA).

No quadro 20, a seguir, apresentaremos a resposta para a questão 04 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo).

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 3 .					
Questão 4. Faça uma análise do registro e escreva a ordem decrescente da pressão de vapor nos quatro sistemas. Como você justifica o volume evaporado em cada sistema?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Água > Sacarose 0,3 > NaCl 0,3mol > NaCl 1mol. A solução com mais íons fica mais presa.	Ao observar as variações de cada sistema para concatenar as ideias e o registro das observações.	Ao confrontar o registro de observações obtidas de experimentos anteriores.	Ao assimilar e tratar as informações para alcançar a abstração.	Ao relacionar as soluções que contém diferentes solutos com a mesma concentração molar.
G2	Água > Sacarose 0,3 > NaCl 0,3mol > NaCl 1mol. Maior força, menor volume evaporado	Ao considerar o registro sobre os fatos concretos durante a execução da tarefa.	Ao ordenar as soluções para expressar a concentração do soluto não volátil.	Ao tratar as informações para alcançar a compreensão sobre os fatos	Ao agrupar as soluções com diferentes solutos e concentrações e analisar o volume vaporizado.
G3	Água > Sacarose 0,3 > NaCl 0,3mol > NaCl 1mol. O sal impede a saída do vapor da água.	Ao levantar hipóteses para justificar a vaporização de cada sistema.	Ao refazer o experimento após confrontar o registro das observações .	Ao compreender que a vaporização depende do número de partículas do soluto não volátil.	Ao estabelecer relações entre o volume evaporado e a intensidade das forças que atuam entre as moléculas do solvente.

Quadro 20. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 3: QUESTÃO 4

Questão 04: cada grupo teria que analisar o registro obtido a partir das observações dos fatos concretos nos quatro sistemas para escrever a ordem decrescente da pressão de vapor.

O grupo G1 respondeu:

“Água > sacarose 0,3mol/L > NaCl 0,3 mol/L > NaCl 1 mol/L”

E justificou a resposta:

“A solução com mais íons fica mais presa” (DD)

Assim, ao analisar os fatos, fez a confrontação do registro obtido a partir das observações sobre o experimento com os registros dos experimentos já realizados (ID). Ao tratar as informações, cuja compreensão exigiu certo grau de abstração (interações entre as espécies químicas de cada sistema), o grupo buscou a compreensão dos fatos e utilizou uma linguagem científica aceitável, (DA). Logo, durante a apresentação, o grupo tratou as informações, utilizando a visão microscópica e a visão representacional do conhecimento químico, (DV).

O grupo G2 também apresentou a mesma ordem:

“Água > sacarose 0,3mol/L > NaCl 0,3 mol/L > NaCl 1 mol/L” (ID)

Porém, a justificativa foi diferente:

“Maior força, menor volume evaporado”

Assim, ao analisar o registro obtido a partir das observações dos sistemas (DD), o grupo buscou a compreensão dos fatos ao nível microscópico (DA), investigando os tipos de forças que atuam entre as espécies químicas de cada sistema para explicar o volume evaporado (DV).

O grupo G3, ao analisar o registro obtido a partir das observações, resolveu repetir os procedimentos (ID) e respondeu:

“Água > sacarose 0,3mol/L > NaCl 0,3 mol/L > NaCl 1 mol/L” (ID)

A justificativa do grupo foi:

“O sal impede a saída do vapor” (DD)

Assim, o grupo conseguiu estabelecer uma relação entre o número de partículas do soluto não volátil e o volume evaporado em cada sistema (DA).

A resposta para a questão foi:

“Água > NaCl 0,3 mol/L > Sacarose 0,3mol/L NaCl 1 mol/L” (DD)

Além disso, a confrontação do registro em busca da compreensão dos fatos motivou um membro do grupo a levantar uma hipótese:

“Professora... será que o aquecimento da chapa influenciou na ordem de cada sistema?” (DD)

Ao responder, ela resolveu questioná-lo:

“O que será que acontece com o soluto não volátil em cada solução?” (DA)

Então, um membro do grupo G3 resolveu responder:

“A quantidade de íons na solução de NaCl 0,3 mol/L no sal num deve ser maior que a quantidade de moléculas na solução de sacarose 0,3mol/L?”

Ela então respondeu:

“Sim, realmente houve um aumento do número de partículas do soluto não volátil na solução de NaCl devido ao fenômeno da dissociação iônica”

A pergunta do membro do grupo G3 evidenciou a necessidade de o professor buscar meios para reconhecer o conhecimento do educando e, a sua forma de pensar para auxiliá-los na construção do conhecimento (ALMEIDA; QUADRO, 2008).

A partir das respostas e observações, podemos considerar que as equações 9, 10 e 11, descritas na questão 02 do experimento 1, que expressaram os fenômenos: dissociação, ionização e dissolução, possibilitaram aos estudantes sistematizar novos conceitos, auxiliando os educandos a encontrar respostas argumentadas. Logo, as informações contribuíram não com a substituição conceitual, mas, com a evolução conceitual (VILELA *et al*, 2007).

No experimento 4, que se refere ao teste para investigar a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de ebulição do solvente na solução, os estudantes tiveram que responder duas questões da ficha-tarefas sobre o experimento. A resposta para a questão 01 não foi obtida por nenhum grupo. Logo, a professora/pesquisadora resolveu argumentar com os estudantes sobre a dificuldade de responder a questão.

Assim, um membro do grupo G1 comentou:

“Ah... professora a pergunta estava muito difícil de responder”

Logo, um membro do grupo G2 concordou com a posição do colega e disse:

“Realmente professora, a gente leu... leu... mas ninguém entendeu a pergunta”

Um membro do grupo G3, ao ouvir os comentários dos membros dos grupos G1 e G2, falou:

“O nosso grupo também achou a pergunta muito difícil!”

Logo, analisando os comentários dos três grupos, onde a questão foi considerada de difícil entendimento pelos educandos, e tomando como base a teoria da equilíbrio cognitiva de Piaget (1995), que tem o mecanismo de assimilação-acomodação como condição fundamental para o funcionamento intelectual do indivíduo perante uma situação de conflito, percebe-se que cada grupo, na tentativa de neutralizar o conflito, não deu a devida importância à perturbação (comportamento alfa).

Assim, acreditamos que houve a falta de suportes facilitadores (conceitos chaves) para promover um novo conflito cognitivo em prol da formação de estruturas ou esquemas que, a priori, não estão prontos e servem para nortear os educandos na percepção e capacidade de abstrair as informações obtidas a partir do registro das observações sobre o experimento.

No quadro 21, a seguir, apresentaremos a análise da questão 02, onde cada grupo teria que justificar o volume evaporado em cada sistema no experimento 4.

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 4.					
Questão 2. Como você justifica o volume evaporado em cada sistema?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	O volume vaporizado no sistema 1(água) > 2 (Sacarose 0,3 mol) > 3 (NaCl 0,3 mol) > 4 (NaCl 1 mol). “solução com mais íons, mais presa”.	Ao aferir a temperatura de cada sistema para fazer o registro a partir dos fatos.	Ao confrontar o registro sobre o experimento para explicar aspectos que exige certo grau de abstração.	Ao assimilar e tratar as informações a nível microscópico para explicar o volume evaporado.	Ao investigar as soluções com diferentes solutos e mesma concentração molar.
G2	O volume vaporizado da (água) > (Sacarose 0,3 mol) > (NaCl 0,3 mol) > (NaCl 1 mol). Maior força, menor volume evaporado	Ao aferir a temperatura de cada sistema para analisar os fatos concretos que exige o entendimento a nível microscópico	Ao considerar a influência das forças que atuam entre as espécies químicas de cada sistema.	Ao tratar as informações para chegar à compreensão das modificações nas propriedades físicas do solvente.	Ao agrupar as soluções com diferentes solutos e concentrações para justificar o volume vaporizado em cada sistema
G3	O volume do sistema (água) > (Sacarose 0,3 mol) > (NaCl 0,3 mol) > (NaCl 1 mol). O sal impede a saída do vapor da água.	Ao aferir a temperatura de cada sistema para relacionar com o registro sobre o experimento.	Ao confrontar o registro, observações e as informações já obtidas dos experimentos anteriores.	Ao compreender que a vaporização depende do número de partículas do soluto não volátil.	Ao estabelecer relações entre o volume evaporado e a intensidade das forças que atuam entre as moléculas do solvente.

Quadro 21. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 4: QUESTÃO 2

O grupo G1, respondeu:

“O volume vaporizado no sistema 1 (água) > 2 (sacarose 0,3 mol) > 3 (NaCl 0,3 mol) > (NaCl 1 mol/L), isto porque, a solução com mais íons fica mais presa.”

Assim, podemos considerar que o grupo, ao observar os fatos concretos, conseguiu justificar a variação do volume evaporado, deduzindo os tipos de forças de interações que atuam entre as espécies químicas de cada sistema (DD). Além disso, ao fazer a confrontação do registro obtido a partir da observação dos fatos, o que fez emergir o conceito para validar os procedimentos (ID), os estudantes conseguiram colocar em interação suas noções sobre os conceitos em busca da compreensão do fenômeno que exigiu do grupo abstrações reflexivas (DA), o que permitiu aos educandos conceberem novas noções sobre os fatos (DV).

O grupo G2 respondeu:

“O volume evaporado no sistema 1 (água) > 2 (sacarose 0,3 mol) > 3 (NaCl 0,3 mol) > (NaCl 1 mol/L). Maior força, menor volume evaporado”

A explicação para os fatos foi estabelecida a partir da visão macroscópica (volume evaporado) e visão microscópica (forças de interações) (DA). Com isto, a efetivação das operações mentais solicitadas auxiliou na compreensão dos fatos.

Além disso, o grupo, ao observar o fenômeno a partir da rotação da tarefa, analisou o registro (DD) e fez a confrontação dos resultados em busca de encontrar um ponto comum para validar sua resposta (ID). Conseqüentemente, os novos conceitos emergiram a partir da explicação dos fatos (DA). Na apresentação da resposta, permitiu o grupo avaliar o resultado e fazer novas associações a partir da compreensão dos fatos (DV).

O grupo G3 respondeu:

“O volume do sistema 1 (água) > 2 (sacarose 0,3 mol) > 3 (NaCl 0,3 mol) > (NaCl 1 mol/L) por que o sal impede a saída do vapor da água.” (DD)

Assim, Fica evidente que o grupo levou em consideração aspectos teóricos do conhecimento (as forças que atuam entre as moléculas) (DA).

A rotação das tarefas permitiu a cada membro do grupo aferir a temperatura e observar o volume evaporado de cada sistema (DD). Houve também o confronto do registro a partir das observações dos fatos, em busca de validar o resultado para explicar as

alterações do volume em cada o sistema (ID). Além disso, um membro do grupo comentou:

“Observamos que, a solução de NaCl 1mol/L atingiu a maior temperatura e demorou mais tempo para ferver” (DD)

O que permitiu ao grupo abstrair as informações necessárias em busca da compreensão de novos conceitos a partir da compreensão dos fatos, (DA). Isto possibilitou o grupo avaliar sua resposta (DV).

Logo, ao analisar as respostas dos estudantes, percebe-se que neste experimento houve certo grau de dificuldade, apontada pelos educandos por exigir a compreensão de aspectos teóricos com informações de natureza atômico-molecular, com explicações baseadas em termos abstratos como: átomo, molécula e íon.

No experimento 5, que se refere ao teste para investigar a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de congelamento do solvente na solução, os estudantes tiveram que responder duas questões da ficha-tarefas sobre o experimento. A resposta para a questão 01 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo) constam no quadro 22, a seguir:

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 5 .					
Questão 1. O que ocorreu, em relação ao solvente, nos quatro sistemas após o tempo de congelamento?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	A água congelou e a solução de sacarose 0,3 mol/L congelou a metade. A solução de NaCl 0,3mol/L ficou só um pouquinho, e a solução de NaCl 1mol/L não congelou.	Ao analisar o registro, discutir os efeitos para explicar a origem dos fatos.	Ao confrontar as respostas para relacionar as características comuns em busca da compreensão conceitual.	Ao vencer o obstáculo para tratar as informações em interação com as leis e noções sobre os conceitos.	Ao estabelecer novas associações entre o registro para explicar os fatos concretos.
G2	A água congelou rápido, a sacarose ficou branca e congelou pouco, A solução NaCl 0,3 congelou pouco e a solução de NaCl 1mol/L não virou gelo	Ao levantar hipóteses para explicar os efeitos coligativos.	Ao analisar o registro em busca de informações que exigiu certo grau de abstração.	Ao tratar as informações para relacionar a concentração do soluto não volátil ao efeito coligativo de cada sistema.	Ao relacionar o registro das observações do experimento anterior para estabelecer novas associações.
G3	A água congelou, a solução de sacarose 0,3 mol/L congelou só a metade, a solução de NaCl 0,3mol/L ficou só uma parte pequena e a solução de NaCl 1mol/L ficou líquida..	Ao investigar os efeitos concretos e buscar entender os fatos concretos, questionando as causas.	Ao argumentar em busca da compreensão dos fatos ao nível microscópico	Ao assimilar a possibilidade da concentração do soluto não volátil influenciar no congelamento de cada sistema.	Ao estabelecer associações entre os fatos concretos e registro de explicações ao nível microscópico.

Quadro 22. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 5: QUESTÃO 1

O grupo G1 respondeu:

“A água congelou e os outros sistemas, um congelou a metade a solução de sacarose 0,3 mol/L ficou só um pouquinho, e a solução de NaCl 0,3 mol/L não congelou”

Ao analisar os sistemas, o grupo G1 discutiu as mudanças e um membro levantou uma hipótese em busca da explicação dos fatos:

“Será que a diferença está na quantidade de partículas do soluto não volátil?” (DD).

A explicação foi dada após o registro das observações e confrontação das características comuns entre os sistemas (ID). As operações mentais desenvolvidas ajudaram os educandos a vencer o obstáculo e tratar as informações em interação noções, leis e conceitos (DA). Assim, ao responder a questão, estabeleceram novas associações em busca de explicações sobre os efeitos concretos observáveis (DV). Logo, na apresentação da resposta da questão 1, um membro do grupo ressaltou:

“O registro das observações ajudou a responder as questões sobre o experimento” (DD).

Neste caso, considera-se que as informações obtidas a partir das observações sobre o experimento (visão macroscópica) possibilitaram o grupo fazer um diálogo com as informações teóricas (visão microscópica) (MORTIMER *et al*, 2000).

A resposta do grupo G2 foi:

“A água congelou rápido, a sacarose ficou branca e congelou pouco, a solução de NaCl 0,3 mol/L congelou pouco e, a solução de NaCl 1mol/L não virou gelo”.

Essa resposta está baseada nas informações obtidas a partir das observações sobre o experimento (visão macroscópica). Com isto, admite-se que o grupo não conseguiu abstrair as informações que necessitavam em busca da compreensão dos fatos. Assim, em busca da compreensão dos fatos um membro do grupo disse:

“Será que a concentração da solução influenciou no congelamento de cada sistema?” (DD)

E, ao mesmo tempo, ele justificou a hipótese ao dizer:

“Porque na Situação-Problema fala em adicionar o sal para derreter a neve, então, se derrete a neve fica difícil congelar!” (DD)

Na verdade, o conteúdo de propriedades coligativas, na maioria das vezes, é vivenciado de uma forma “aparentemente teórica”, entretanto, pode tornar-se atrativo para o estudante, dependendo do enfoque dado pelo professor ao procurar relacioná-lo com

situações do dia-a-dia dos estudantes (ALMEIDA; QUADROS, 2008). Assim, ficou evidente que o confronto das informações e o registro obtido a partir das observações permitiu ao grupo encontrar uma justificativa para explicar os fatos (ID). Logo, ao tratar as informações, associou o número de partículas do soluto não volátil na solução e justificou o congelamento de cada sistema (DA). Além disso, considera-se que a nova leitura da SP, realizada no início da atividade experimental, norteou o grupo a estabelecer uma relação do registro obtido a partir de observações sobre o experimento com a Situação-Problema (DV).

A resposta do grupo G3 foi:

“A água congelou, a solução de sacarose 0,3 mol/L congelou só a metade, a solução de NaCl 0,3 mol/L ficou só uma parte pequena e a solução de NaCl 1mol/L ficou líquida”.

Percebe-se que a resposta está restrita à visão macroscópica do conhecimento químico, todavia, durante a apresentação da resposta, um membro do grupo levantou uma hipótese:

“Será que a solução de NaCl 0,3 mol/L congelou mais do que a solução de sacarose 0,3 mol/L devido ao número de partículas do soluto não volátil presentes na solução?”
(DD)

Logo, a professora/pesquisadora perguntou:

“Como o grupo chegou a essa hipótese?”

Então, um membro respondeu:

“A gente comparou as observações sobre o experimento com o registro das observações sobre o teste da condutividade elétrica do primeiro experimento” (DA)

Então, ela disse:

“Ah... tá certo! Agora eu entendi a comparação de vocês”

Neste caso, considera-se que o grupo G3 conseguiu estabelecer uma relação entre a natureza química do soluto não volátil e o número de partículas presentes nas soluções para justificar a diminuição na temperatura de congelamento de cada sistema (DV).

Assim, a princípio, pode-se explicar o avanço do estudante na compreensão dos fatos segundo o princípio de continuidade, que diz: “*Um progresso só se realiza através de uma experiência que prolonga uma experiência anterior*” (MEIRIEU, 1998 p. 73). No quadro 23, a seguir, apresentaremos a análise da questão 02, onde cada grupo teria que responder por que as fabricas de sorvetes utilizam o sal para resfriar água e se poderia substituir o sal pelo açúcar.

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 5 .					
Questão 2. Por que as fábricas de sorvete adicionam sal comum (NaCl) à água para resfriá-la, muito abaixo de 0°C, e a água não congela? Poderíamos substituir o sal pelo açúcar?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	As partículas do sal aumentam as forças de interação e vai acontecer o que aconteceu com a solução de NaCl 1 mol/L. Sim a sacarose é açúcar.	Ao observar os fatos concretos e levantar a possibilidade do açúcar também modificar as propriedades do solvente.	Ao confrontar registro e informações, percebem as alterações nas propriedades físicas do solvente.	Ao tratar as informações em interação com as leis e teorias para compreender os efeitos coligativos.	Ao testar que a natureza do soluto não volátil não interfere no efeito coligativo.
G2	Para demorar a derreter já que diminui a temperatura para abaixo de 0°C. Sim, acho que pode mudar.	Ao observar os fatos concretos para explicar o efeito coligativo, perceber que o açúcar pode modificar a temperatura do solvente.	Ao agrupar as informações que atribuem características comuns entre os sistemas	Ao efetuar uma operação dialética, alcançar a compreensão do efeito coligativo.	Ao relacionar elementos diferentes para estabelecer novas associações teóricas e explicar o fenômeno.
G3	As partículas do sal aumentam as forças de interação e o açúcar também.	Ao perceber através das imagens dos sistemas que o açúcar também pode modificar a temperatura de congelamento.	Ao realizar os procedimentos na execução da tarefa e tratar as hipóteses inicialmente levantadas submetidas à prova dos fatos.	Ao tratar as informações em interação com as leis e noções dos conceitos para chegar à compreensão de cada sistema.	Ao justificar as interações entre as moléculas da água com a presença do açúcar.

Quadro 23. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 5: QUESTÃO 2

A resposta do grupo G1 foi:

“As partículas do sal aumentam as forças de interação e vai acontecer o que aconteceu com a solução de NaCl 1mol/L. Sim, porque a sacarose é açúcar”

Neste caso, admite-se que a resposta do grupo levou em consideração as observações obtidas a partir do experimento e as relacionou com o fenômeno da crioscopia. Além disso, fez uma analogia para justificar os fatos. Entretanto, o grupo não conseguiu concatenar as informações na hora de comparar os registros dos dois experimentos em busca de informações que explicassem os fatos. Logo, ao fazer a comparação, percebeu que a solução de sacarose (açúcar) também modificou a temperatura de congelamento da água (DD). Com isto, ao confrontar as informações, tentou explicar que o sal e o açúcar podem modificar a temperatura de congelamento do solvente na solução (ID). Assim, ao alcançar a compreensão dos fatos, o grupo concluiu que a modificação na temperatura de congelamento de cada sistema depende do número de partículas do soluto não volátil na solução e que independe da natureza química das partículas (DA). Desta maneira, ao estabelecer essa relação para explicar o fenômeno que emergiu pela similaridade, explicou os fatos (DV). Logo, admite-se que a ação do professor como mediador é importante para promover as interações estudante-estudante e professor-estudante durante o processo ensino e aprendizagem e, ao avaliar a pertinência do instrumento didático que objetivou promover essas relações não habituais, auxiliou os estudantes a desenvolver as operações mentais solicitadas (MEIRIEU, 1998).

A resposta do grupo G2 foi:

“Para demorar a derreter, já que diminui a temperatura para abaixo de 0°C. Sim, achamos que pode mudar”

Neste caso, o grupo levou em consideração as informações obtidas das observações sobre o experimento (visão macroscópica) (DD). A similaridade dos fatos procedeu do registro das observações do resfriamento da solução de sacarose 0,3 mol/L (açúcar). Apesar da dificuldade do grupo para concatenar as informações sobre o experimento, eles puderam deduzir que a presença do soluto não volátil modificou a temperatura de congelamento para abaixo de 0°C. Desta maneira, ao efetuar a operação mental dialética, o grupo tratou as informações (DA) e buscou a compreensão dos fatos (DV).

A resposta do grupo G3 foi:

“as partículas do sal aumentam as forças de interações e o açúcar também”

Assim, subentende-se que a justificativa traz informações que exigem certo grau de abstração, logo, foram obtidas a partir das observações sobre o experimento, isto ao considerar que o sal e/ou açúcar pode diminuir a temperatura para abaixo de 0 °C (DD). Portanto, o grupo, ao realizar os procedimentos do experimento, submeteu-se à prova das similaridades dos fatos para encontrar uma resposta (ID) e, ao efetivar a atividade intelectual solicitada, tratou as informações (DA) e fez as interações necessárias com o objetivo de alcançar a compreensão dos fatos (DV).

Desta maneira, ao analisar as respostas sobre o experimento, associadas às operações mentais efetivadas pelo grupo, percebe-se que houve certo grau de dificuldade dos estudantes para concatenar as ideias e informações, por exigir-se a compreensão de aspectos teóricos abstratos como: interações entre moléculas e íons. Além disso, as operações mentais efetuadas foram associadas aos efeitos coligativos das soluções.

No experimento 6, que se refere ao teste para investigar o fenômeno da osmose na ameixa (visão macroscópica) e no sangue (visão microscópica), os grupos tiveram que responder duas questões da ficha-tarefas sobre o experimento. A resposta para a questão 01 e análise das operações mentais dos estudantes (por grupo) constam no quadro 24, a seguir:

Respostas da ficha-tarefas					
Experimento 6 .					
Questão 1. Ocorreu alguma mudança em relação à ameixa nos quatro sistemas?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Sim, na água inchou isso quer dizer que a água entrou na ameixa. Na sacarose ficou do mesmo jeito. Na solução 0,3 mol/L inchou também. Na solução 1mol/L entrou também.	Ao observar aspectos ao nível macroscópico durante a execução da tarefa para explicar os fatos.	Ao verificar as alterações de cada sistema para realizar a passagem da explicação dos fatos através da noção do conceito.	Ao articular as informações com aspectos teóricos para alcançar o entendimento dos diferentes conceitos envolvidos.	Ao estabelecer relações entre os conceitos e os registros de explicações sobre os fatos concretos.
G2	Na água inchou e também perdeu a cor. Na sacarose ficou normal. Na solução de Cloreto de sódio 0,3 mol/L a ameixa murchou, significa que perdeu água e na solução 1mol/L a ameixa perdeu mais água.	Ao se restringir apenas a observação dos fatos concretos.	Ao registrar as informações para explicar a origem dos fatos concretos.	Ao assimilar que existe a influência da concentração do soluto não volátil no aspecto da ameixa.	Ao estabelecer uma relação entre a concentração de cada sistema e os registros de explicações dos fatos.
G3	Na água inchou cresceu. Na sacarose não alterou o tamanho. Na solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L está um pouco menor e na solução de cloreto de sódio 1mol/L foi a que a ameixa ficou menor.	Ao observar os fatos e fazer uma descrição de cada sistema.	Ao agrupar características comuns entre os sistemas.	Ao tratar as informações para explicar fatos concretos em interação com as leis e noções dos conceitos.	Ao relacionar elementos para estabelecer novas associações teóricas para explicar o fenômeno.

Quadro 24. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 6: QUESTÃO 1.

O grupo G1 respondeu:

“Sim na água inchou, isso quer dizer que a água entrou na ameixa. Na sacarose ficou do mesmo jeito. Na solução 0,3 mol/L de NaCl inchou também. Na solução 1mol/L de NaCl entrou também.

A explicação do grupo demonstrou que a compreensão ficou restrita ao nível fenomenológico, onde o mesmo, ao observar os sistemas para discutir as mudanças, ficou com dúvidas e, em busca da compreensão, levantou uma hipótese:

“Será que, só a água pura consegue entrar nas ameixas?” (DD)

A resposta para essa hipótese foi obtida com as apresentações dos grupos G2 e G3, que expressaram as similaridades dos fatos quanto ao número de partículas do soluto não volátil de cada sistema (ID). As operações mentais solicitadas foram efetivadas em busca da compreensão. Assim, o grupo conseguiu vencer o obstáculo ao tratar as informações a partir das noções, leis e conceitos (DA).

Com isto, o grupo estabeleceu novas associações e explicou os efeitos concretos observáveis (DV). Percebe-se que a atividade foi considerada prazerosa onde um membro do grupo ressaltou:

“Professora... esse experimento foi o que eu mais gostei de fazer!”

E, assim, a professora perguntou:

“Por quê?”

E um membro do grupo G1 respondeu:

“Foi fácil por que a ameixa inchou muito!”

Logo, considera-se que a visão macroscópica do fenômeno auxiliou o grupo em busca da compreensão dos fatos “relação fenômeno x teoria” (DD). Na (Figura 14), a seguir, o grupo G1 faz o registro das observações sobre o experimento.



Figura 14. Mostra a observação da osmose na ameixa

O grupo G2 respondeu:

Na água inchou e também perdeu a cor. Na sacarose ficou normal. Na solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L a ameixa murchou, significa que perdeu água e na solução 1 mol/L a ameixa perdeu mais água.

Analisando a resposta percebe-se que o registro obtido a partir das observações está baseado apenas em fatos concretos (visão macroscópica) (DD). Onde o grupo assimilou as informações e buscou a compreensão dos fatos ao admitir que o número de partículas do soluto não volátil influenciou no aspecto físico da ameixa (DA). Como também, conseguiu relacionar o fenômeno da osmose com a concentração da solução, observando a entrada e saída do solvente em cada sistema (DV).

Além disso, a compreensão dos fatos necessita de informações que se encontram ao nível representacional e teórico.

O grupo G3 respondeu:

Na água inchou, cresceu. Na sacarose não alterou o tamanho. Na solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L está um pouco menor e na solução de cloreto de sódio 1 mol/L foi a que a ameixa ficou menor.

A resposta também ficou restrita à visão macroscópica do fenômeno e não conseguiu explicar os fatos ao nível teórico para explicar a osmose de cada sistema. Apesar da dificuldade na compreensão dos fatos, o grupo ressaltou:

“Professora, a gente já havia observado a osmose no ovo na aula de biologia” (DD)

Assim, trata-se de uma quebra da “visão simplista” do conhecimento.

Logo em seguida, ela falou:

“Gente, o fenômeno da osmose acontece a todo o momento para manter o equilíbrio do nosso corpo. E o fenômeno da osmose no ovo, nos vegetais, na desidratação dos alimentos, o processo, é o mesmo”.

Assim, ao deduzir que se tratava do mesmo fenômeno, o grupo registrou as alterações da ameixa (ID) e buscou a compreensão dos fatos relacionando as características

comuns em interação com os conceitos (DA). Segundo Silva e Zanon (2000) as atividades práticas utilizadas para promover a contextualização são válidas, desde que seja rompida a visão simplista dada à experimentação e, a partir do levantamento das hipóteses dos estudantes, o professor faça a explicitação da problematização. No quadro 25, a seguir, apresentaremos a análise da questão 02, onde cada grupo teria que responder o que acontece com o esfregaço das células do sangue, observadas nos meios hipotônico, isotônico e hipertônico.

Das respostas da ficha-tarefas					
Experimento 6 .					
Questão 2. O que acontece com as células do sangue, ao observar no microscópio as três lâminas nos meios hipotônico, isotônico e hipertônico?					
Grupos	Resposta	Tipologia das operações mentais			
		Deduzir (DD)	Induzir (ID)	Dialetizar (DA)	Divergir (DV)
G1	Os tamanhos das células são diferentes.	Ao observar no microscópico os sistemas para explicar os fatos concretos.	Ao associar as imagens aos fatos, não consegue explicar a diferença de tamanho das células.	Ao efetivar a atividade intelectual e tratar as informações que exigem a compreensão dos três níveis do conhecimento.	Ao realizar o registro das observações, ao justificar não conseguem alcançar a abstração dos fatos.
G2	Só deu pra ver que os tamanhos eram diferentes, imagino que seja o meio onde elas estão.	Ao examinar os fatos e discutir os efeitos para explicar a origem.	Ao realizar os procedimentos e agrupar as informações para responder as hipóteses levantadas inicialmente.	Ao efetivar a atividade intelectual e tratar apenas as informações ao nível macroscópico.	Ao realizar o registro das observações, não consegue alcançar a abstração dos fatos.
G3	Não deu para observar muito bem.	Ao observar as lâminas, não consegue levantar hipóteses para explicar os fatos.	Ao realizar os procedimentos sente dificuldade para examinar as imagens dos sistemas e explicar os fatos.	Não consegue efetivar a operação mental para tratar as informações obtidas durante o confronto das respostas.	Não consegue relacionar as informações, durante a discussão, para tentar alcançar a abstração.

Quadro 25. Análise das operações mentais dos estudantes, atividade 6: QUESTÃO 2

O grupo G1 respondeu:

“Os tamanhos das células são diferentes”

A explicação descreveu uma visão macroscópica do fenômeno, desconsiderando o aspecto teórico do conhecimento. Esse fato justifica a dificuldade devido à falta do óleo de imersão, que deveria ter sido utilizado nas lentes para melhorar a nitidez da imagem, ampliando o campo observacional. Assim, ao observar as lâminas, o grupo não analisou as alterações de cada sistema (visão teórica) (DV), com isto, também não conseguiu associar as imagens aos meios (hipotônico, isotônico, hipertônico) (ID) (Figura 15)



Figura 15. Mostra a observação microscópica das lâminas do sangue

A resposta do grupo G2 foi:

“Só deu para ver os diferentes tamanhos, imagino que seja o meio que elas estão” (DD)

A observação da imagem (visão macroscópica) possibilitou ao grupo fazer uma dedução em busca da compreensão do fenômeno e o mesmo levantou uma hipótese:

“Se todas as lâminas estão com sangue será que a diferença está no meio em que ela se encontra?” (DD); (ID)

Segundo Meirieu (1998), uma operação mental de indução ou pensamento indutivo se evidencia quando um sujeito confronta elementos para encontrar o seu ponto comum que, neste caso, foi relacionado a um elemento comum (concentração molar).

O grupo G3 respondeu:

“Não deu para observar muito bem”

A resposta do grupo não descreveu nem a visão macroscópica do conhecimento. Eles alegaram dificuldade para visualizar as células. Com isto, o grupo não obteve as informações necessárias para auxiliá-lo a efetivar as operações mentais solicitadas em busca da compreensão dos fatos. Essas informações que, a priori, possivelmente, não se encontram organizadas e necessitam da experiência para organizá-las e integrá-las a outros esquemas para, assim, surgir o conceito (GORMAN, 1976).

Além disso, ao analisar as respostas por grupo, percebe-se que houve certo grau de dificuldade na leitura das lâminas, devido à falta do óleo de imersão. Conseqüentemente, isto impossibilitou a efetivação das operações mentais solicitadas, necessárias em busca da compreensão do fenômeno da osmose. Assim, podemos considerar que, de uma forma geral, os participantes conseguiram efetivar as operações mentais requisitadas na maioria das atividades experimentais ao respeitarem o raciocínio de cada integrante, porém, sem renunciar a objetivos comuns de aquisição intelectual como: identificar os resultados obtidos em termos de aquisição pessoal. Eles conseguiram relacionar, continuamente, os resultados obtidos a partir dos procedimentos utilizados para encontrar uma resposta para SP (MEIRIEU, 1998). Assim, a princípio, uma das funções do experimento foi de mediatizar os estudantes e o objeto cognoscitivo (FRANCISCO JR, 2008). O que permitiu a todos os participantes efetuar as operações mentais solicitadas, e, assim, minimizar as dificuldades deles em relacionar os conceitos (MEIRIEU, 1998).

Análise das respostas dos estudantes referentes à Situação-Problema

As respostas dos estudantes para a SP foram categorizadas por nível de conhecimento químico (macroscópico, microscópico e representacional) e analisadas por grupo: G1, G2 e G3. A resposta para Situação-Problema do grupo G1 foi:

Situação Problema:

1 – Quando adicionamos o sal no gelo à temperatura baixa (temperatura de congelamento), acontecendo a crioscopia, abaixamento da temperatura de congelamento.

2 – A água para de ferver quando adicionamos o sal porque o soluto modifica as propriedades físicas do solvente. Quando adicionado o sal, a temperatura da água

aumenta, acontecendo a ebulioscopia. (Ebulioscopia é o aumento da temperatura de ebulição). O solvente atrai as moléculas de água que é quando ele modifica as propriedades do solvente.

3 – Quando adicionado o sal ao alimento ele desidrata a água do alimento.

Ex: Numa salada de fruta, quando não adicionamos açúcar, ela estraga mais rápido, mas, quando adicionamos o açúcar, ela contém mais água porque desidrata a fruta e conserva muito mais.



Figura 16. Mostra a representação microscópica do grupo G1

Comentário sobre a Situação-Problema do grupo

Analisando a resposta da Situação-Problema, pudemos verificar que o mesmo apresentou um bom desempenho e não teve dificuldades em redigir a resposta. Porém, as informações que auxiliaram respondê-la foram obtidas a partir do registro das observações experimentais, onde o grupo dividiu o problema e explicou separadamente cada fenômeno. Verificamos que o mesmo demonstrou a compreensão da SP ao utilizar os três níveis do conhecimento químico para responder a Situação-Problema (Figura 17).



Figura 17. Mostra momento da resolução da SP do grupo G1

O grupo G2 respondeu:

1º A temperatura de congelamento baixa, acontecendo a “crioscopia” (crioscopia abaixamento da temperatura de congelamento)

2º A água para de ferver porque a pressão de vapor baixa, porque o soluto reúne as partículas de água e também aumenta a temperatura de ebulição, acontece a ebulioscopia (ebulioscopia é o aumento da temperatura de ebulição) quando adicionamos o sal, o soluto prende as partículas de água (figura 18).



Figura 18. Mostra a representação microscópica do princípio da solvatação do grupo G2

3º Quando adicionamos sal ao alimento desidrata porque puxa a água do alimento.

Comentário sobre a Situação-Problema do grupo

Esse grupo também alcançou os objetivos esperados quando utilizou os três níveis do conhecimento químico para responder a Situação-Problema, conseguindo expressar os efeitos coligativos após terem refletido sobre os conceitos abordados. Porém, demonstrou dificuldade para expressar e utilizar uma linguagem científica aceitável para responder a SP (figura 19).



Figura 19. Mostra momento da resolução da SP do grupo G2

O grupo G3 respondeu:

1 – A temperatura de congelamento baixa, causando o que chamamos de crioscopia. Quando adicionado o sal na neve, a neve dissolve e fica mais difícil de voltar o seu congelamento.

2 – A água para de ferver quando adicionamos sal, porque o soluto reúne partículas de água e, quando volta a ferver, a volatilização fica maior (Figura 20)

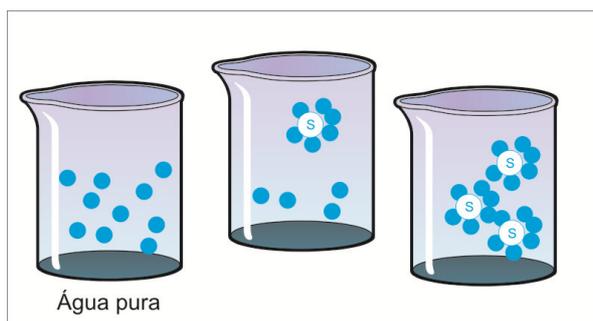


Figura 20. Mostra a representação microscópica do grupo G3

3 – Quando adicionamos sal ou açúcar acontece a desidratação, envolvendo o fenômeno da osmose, porque, a medida que é adicionado o sal, maior o tempo de conservação da carne.

A seguir, na (Figura 21), o grupo G3 está respondendo a SP.

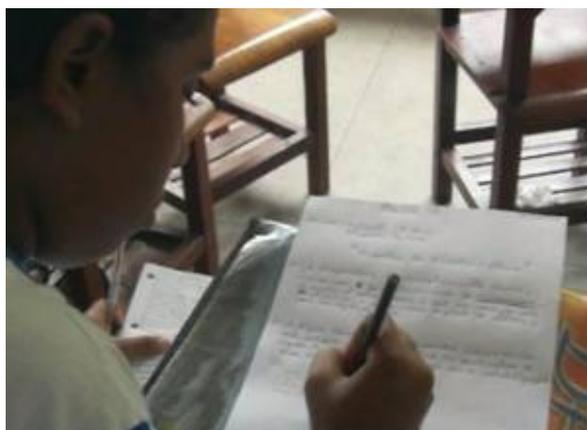


Figura 21. Mostra momento da resolução da SP do grupo G2

Comentário sobre a Situação-Problema do grupo

Este grupo alcançou os objetivos esperados. Atingiu o objetivo quando utilizou os três níveis do conhecimento químico para responder a Situação-Problema, conseguindo justificar os efeitos coligativos, após terem refletido sobre os conceitos abordados nas diversas atividades, sob a mediação da professora/pesquisadora. O grupo dialogou entre si, organizando uma resposta coerente ao citar exemplo de técnica utilizada para conservação de alimento como forma de contextualizar a osmose.

Analisando de uma maneira geral, os grupos não demonstraram dificuldades em organizar as ideias, principalmente na escrita do texto, porém, em relação à questão conceitual, o termo “partícula do soluto” e a unidade semântica “molécula da água” não foram bem empregados, em alguns momentos, por todos (visão microscópica). No entanto, a partir das atividades desenvolvidas, os estudantes tiveram a oportunidade de observar os fatos concretos, o que auxiliou na compreensão das interações soluto-solvente e as modificações no comportamento do solvente na solução, frente ao aquecimento, congelamento, à quantidade de vapor do solvente produzido e osmose nos meios (hipotônico, hipertônico e isotônico) (FONSECA, 2001).

Desta forma, foi necessário, portanto, que os três aspectos comparecessem igualmente para possibilitar aos estudantes a compreensão da Situação-Problema a partir da dialética entre teoria e experimento, pensamento e fatos concretos (MORTIMER et al, 2000). Logo, consideramos que houve interesse e participação de todos em busca de aprender durante a resolução da Situação-Problema.

Os desafios estiveram ao nível cognitivo dos estudantes, porém não de forma direta. Os mesmos, para encontrarem a resposta para Situação-Problema, tiveram que refletir para forçá-los a rever seus conceitos frente às dificuldades (desafios) (MEIRIEU, 1998). Desta maneira, percebemos que os estudantes não se mostraram presos apenas ao conhecimento do dia-a-dia, mas, também conseguiram interligar os conceitos químicos trabalhados, criando estratégias adequadas e necessárias para encontrar uma solução para a SP.

A utilização da estratégia didática de resolução da Situação-Problema e a temática mostraram-se relevantes quando aplicadas em nossa pesquisa no ensino médio, pois colocaram o educando diante de atividades experimentais investigativas, onde tiveram a oportunidade de trabalhar com material concreto, o que facilitou o desenvolvimento das ações de aprendizagem, como também, desenvolver as operações mentais necessárias para responder a SP.

A maioria das tarefas esteve de acordo com o nível cognitivo do estudante, o que possibilitou ao educando a construção do seu próprio conhecimento, que exigiu, a todo o momento, uma atividade cognoscitiva, exigindo a mediação (conflito x obstáculo da aprendizagem). As ações de aprendizagem foram demonstradas durante o desenvolvimento das atividades experimentais.

A escolha do conteúdo de Propriedades Coligativas envolveu vários conceitos e necessitou da utilização de uma estratégia didática (Situação-Problema), o que possibilitou manter os educandos ativos no processo de resolução da SP. A elaboração da sequência didática parece ter sido bastante acertada, pois, os estudantes, durante o processo ensino e aprendizagem, tiveram a oportunidade de trabalhar com o material didático textual, manipular equipamentos e vidrarias no laboratório (UFRPE). O modelo molecular comercial (Atoming educação 77) usado durante a intervenção se mostrou importante complemento para analisar as ligações químicas entre os átomos e os tipos de forças que atuam entre as moléculas de cada solvente, o que facilitou a compreensão do estudante e norteou a resolução da Situação-Problema.

As respostas ao questionário das concepções dos estudantes sobre a temática mostraram uma visão muito limitada do conhecimento dos conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas das soluções, onde a maioria desconhecia ou não conseguia explicar situações do seu dia-a-dia. Logo, a fragmentação do ensino e falta de contextualização dos conceitos trabalhados não contemplam uma educação que almeja a formação de cidadãs e cidadãos críticos e conscientes e participativos, com sugestões ou ideias que possam amenizar os problemas ambientais, econômicos, sociais e políticos. A dificuldade em responder as questões sobre os experimentos, utilizadas para auxiliá-

los na compreensão e resolução da Situação-Problema, sugere um problema de contextualização dos conceitos, que pode ser resolvido por uma modificação na estratégia de ensino (visão interdisciplinar).

A Situação-Problema elaborada se mostrou bastante interessante e exigiu um nível de compreensão não aparentemente direto, o que provocou conflitos nos estudantes que, a todo o momento, buscavam a compreensão a partir do desenvolvimento das tarefas, ou seja, a partir das informações obtidas das observações sobre o experimento. A temática escolhida – Água: soluções e propriedades – foi um instrumento didático que possibilitou uma discussão ampla de problemas sócio-ambientais e tecnológicos com ricas informações sobre os conceitos que envolvem o conteúdo de propriedades coligativas, os quais nortearam a compreensão da SP pelos estudantes.

A construção da SP nesta pesquisa orientou a professora/pesquisadora nas etapas metodológicas e criação da sequência didática, que correspondeu bem ao que dela era esperado ao possibilitar a pesquisadora responder os objetivos da pesquisa. Assim, a SP foi uma excelente estratégia didática, pois, além de ser desenvolvida para provocar o conflito cognitivo nos estudantes, a sua formulação impediu a transposição do obstáculo sem que ocorresse uma aprendizagem efetiva. No entanto, o trabalho com esse tipo de estratégia exigiu muito da professora/pesquisadora, visto que, tanto o processo de elaboração da Situação-Problema, como o momento da aplicação da mesma para resolução foram exaustivos por exigir muita dedicação e horas de trabalho intenso.

Apesar de não ter sido tarefa simples, o desenvolvimento das atividades experimentais no laboratório de Química da (UFRPE) permitiu que os estudantes, ao participarem efetivamente da execução das tarefas, demonstrassem as ações de aprendizagem (competências) e, também desenvolvessem as operações mentais para responder a SP. Essa etapa exigiu da professora/pesquisadora paciência, dedicação, variedade de materiais conceituais e didáticos na elaboração das tarefas.

Logo, a Situação-Problema segue o modelo cognitivo do conhecimento e a responsabilidade do educador consiste principalmente em nortear o educando a desvendar o problema ao viabilizar os instrumentos para auxiliá-lo na compreensão e resolução da SP, que necessita de uma aprendizagem eficiente. As bases desse modelo

têm o conhecimento como uma representação mental onde o educando deve aprender a pensar e ensinar deve ser um chamado à exploração e a descoberta.

Nesta pesquisa, houve a participação ativa dos estudantes, o que possibilitou a construção de suas ideias a partir de hipóteses que foram levantadas durante a resolução da SP. Eles usaram o bom senso e raciocinaram sobre as informações obtidas, o que exigiu de cada estudante interesse, experiências prévias e competências. Além disso, a Situação-Problema é uma estratégia didática que sugere ao educador repensar o seu papel no processo ensino e aprendizagem, que não pode ser o de transmissor de ideias e informações, mas sim, um facilitador na construção do conhecimento pelo educando. Assim, cabe ao educador optar por uma prática que viabilize a flexibilidade das ações pedagógicas, inclusive para trabalhar a questão conceitual com disponibilidade de tempo para dedicar-se à pesquisa e, ser um professor – pesquisador reflexivo da sua própria prática. Outra sugestão de aplicação dessa pesquisa se refere à questão da construção conceitual, que apresentou uma influência significativa em relação ao contexto trabalhado. Neste caso, seria interessante aprofundar com os estudantes da escola particular, envolvendo um maior número de sujeitos para investigar a questão da linguagem como objeto de estudo, relacionando os conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas das soluções a situações do seu dia-a-dia.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, P. L.; PAULA, H. – [www.objetivo – sjc.com.br/vestibular_dicas6.asp](http://www.objetivo-sjc.com.br/vestibular_dicas6.asp)
acesso: 07/06/2008.
- ALMEIDA, J. A.; QUADROS, A. L. Produzindo Aprendizagem em Química: Será isso Possível? **In:** ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Curitiba. XIV ENEQ. Curitiba, 2008.
- BARATA, L. Osmose. Disponível em: [http://www. tuta.no.sapo.pt/biologia/osmose.pdf](http://www.tuta.no.sapo.pt/biologia/osmose.pdf)
2005. Acesso em 20.07.2010.
- BIANCHI, J. C.A.; ALBRECHT, C. H.; MAIA, D. J. **Universo da Química**; volume único, ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2005, 680p.
- BLOOM, B.S., HASTINGS, J.T., MADAUS, G.F. *Evaluación del aprendizaje*. Buenos Aires: Troquel, 1975.
- BORGES, R. M. R. **Em debate: Cientificidade e Educação em Ciências**. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 118 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ENSINO MÉDIO: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas do Ensino Médio. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas do Ensino Médio. FÓRUM NACIONAL CHÃO DA ESCOLA – CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS. Brasília: MEC/SEB, 2008

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e tecnológica. **PCN+ Ensino Médio:** Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; D. E. BURSTEN. *Química - a ciência central*. São Paulo: Pioneira, 2007.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J; JORGE, M. Reflexões em torno da perspectiva do ensino das ciências; contributos para uma nova orientação curricular; ensino por pesquisa, **Revista de Educação**, V, IX, N.1, P.69-79, 2000.

CÂMARA, S. M. Um exemplo de situação problema: O problema. **Revista do Professor de Matemática**, Revista da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), Rio de Janeiro, n. 50, p. 38-45, 3º quadrimestre, 2002 (a).

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. e VALDÉS, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

CASTORINA, J.A. et al. *Piaget-Vygotsky: Novas Contribuições para o Debate*. São Paulo: Ática, 2008.

CHARNAY, R. Aprendendo (com) a resolução de problemas. **In:** PARRA, Cecília; SAIZ, Irma Org. **Didática da Matemática: Reflexões Psicopedagógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

CHASSOT, A. I. **Catalisando transformações na educação**: Ed. UNIJUÍ, 1993. -174 p.- (coleção ensino do 2º grau). ISBN 85866-03-09.

CONTRERAS, A. G. C. Relação interdisciplinar de atividades matemáticas com as atividades químicas. **In**: Projeto Teia do Saber- PROGRAMA DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES/DIRETORIA DE ENSINO DA REGIÃO DE GUARATINGUETÁ - Secretaria de Estado da Educação, SP 2006.

FONSECA, M. R. M. **Coleção Completamente química: físico-química** – Ed. FTD, São Paulo 2001: -592 p. – (Coleção Completamente química, ciência, tecnologia e sociedade).

FRANCISCO JUNIOR, W. E. . Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. **Química Nova na Escola**, v. 29, p. 20-23, 2008.

GIL PEREZ, D. New trends in science education. **International Journal of Science Education**, v.18, n.8, p.889-901, 1996.

GOÍ, M. E. J. ; SANTOS, F. M. T.. Resolução de problemas e atividade experimentais no ensino de química. **In**: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2008, Curitiba. XIV ENEQ. Curitiba, 2008

GORMAN, R. M. **Descobrimo Piaget: um Guia para Educadores**. Tradução de Maria Lúcia Freire Esteves Peres. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e científicos, 1976.

HARTWIG, D. R.. Um Procedimento para Resolução de Problemas de Química no Ensino de 2º grau. **Química Nova**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 36-46, 1984.

HAYDTY, R. C. **Avaliação do Processo Ensino e aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1995.

- HERBER, J. **Currículo de Química: uma Reflexão Coletiva**. 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em ensino das ciências e matemática), Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- HOFSTEIN, A ; LUNETTA, V. N. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. **Review of Educational Research**, v.52, n.2, p. 201-217, 1982.
- INSAUSTI, M. J. Análises de los trabajos prácticos de química general en un curso de universidad. **Enseñanza de las Ciencias**, v.15, n.1, p.123-130, 1997.
- LACERDA, C. C.. **A Contribuição de uma Situação Problema na Construção dos Conceitos de Misturas e Substâncias**. 2008. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino Das Ciências e Matemática, Departamento de Educação, Universidade federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- LIMA, L. O. **Mutações em Educação Segundo MacLuan**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1982.
- LIMA, L. O. **A construção do homem segundo Piaget**. 2. ed. São Paulo: Summus, 1984. 152 p.
- MACEDO, L. Situação-Problema: Forma de Recurso de Avaliação, Desenvolvimento de Competências e Aprendizagem Escolar. **In: Perrenoud, P. et al. As Competências para Ensinar no Século XXI: A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES E O DESAFIO DA AVALIAÇÃO**. Editora Artmed: Porto Alegre, 176p. 2002.
- MALDANER, O.A; ZANON, L.B. Situação de Estudo: Uma Organização de Ensino que Extrapola a Formação Disciplinar em Ciências. **In: Espaços da Escola**, Ijuí: Ed. UNIJUÍ, n.41, p. 45-60, 2001.
- MALDANER. O. A. A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química. Ijuí :Ed. UNIJUÍ, 2000.

MARTINS, I. P.; SIMÕES, M. O.; Simões, T. S., LOPES, J. M.; COSTA, J. A., RIBEIRO-CLARO. EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E ENSINO DE QUÍMICA – PERSPECTIVAS CURRICULARES-Parte II. Química. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, 95, pp. 42-45.

MIRANDA, J.A.; SILVA, E. L. Propriedades Coligativas: Conheça as Características e Efeitos dessas Propriedades-Publicação Uol. Disponível em: <http://educação.uol.com.br/propriedadescoligativas.jhtm>. Acesso em 08.06.2010.

MEIRIEU, P. **Aprender Sim, mas Como?** 7. Ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.

MIRAS, M.; SOLÉ, I. A Evolução da Aprendizagem e a Evolução do Processo de Ensino e Aprendizagem. **In:** COLL, C., PALACIOS, J. MARCHESI, A. **Desenvolvimento psicológico e educação: Psicologia da Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MORAES, R., RAMOS, M. G.; ALIAZZI, M.C. Pesquisar e Aprender em Educação Química: Alguns Pressupostos Teóricos. **Eng. Ambient.** Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p.057-064. jan./dez. 2004.

MORAN, J M et al. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Quím. Nova**, São Paulo, v.23, n.2, abr.2000. Disponível <<http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em: 17 nov. 2008.

OLIVEIRA, Marta K. de. *Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento – um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 1993

OLIVEIRA, G. P. Avaliação formativa nos cursos superiores: verificações qualitativas no processo de ensino e aprendizagem e a autonomia dos educandos. **Revista**

Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5633 2003. Disponível em:
<http://www.rieoei.org/deloslectores/261Pastre>. Acesso: 09/11/2008.

PERRENOUD, P. **Construir as Competências desde a Escola.** Porto Alegre: Artemed, 1999.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento - Equilibração das Estruturas Cognitivas** (1975). Tradução de Álvaro de Figueiredo. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997.

POZO, J. I. CRESPO, M. A. G. **Aprender y Enseñar Ciencia. del conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico.** Madrid: Editora Morata, S.L. Fundada por Javier Morata, Editor, em 1920 c/ Mejia Lequerica. 1228004- Madri, p.011-330 1998.

SANTOS, A. R. dos et al. Determinação da massa molar por crioscopia: terc-butanol, um solvente extremamente adequado. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, Sept.2002. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo..> Acesso em: 23 Nov. 2008.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SANTOS, S.; FARIAS, S. B., **Química e Sociedade**; volume único, ensino médio. 1. ed. São Paulo: Editora Nova Geração, 2005, 744p.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de química e a importância da química nova na escola. **Química na Escola**, n. 20, Nov.2004, p.49-54.

SEED/ DESG, Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Ensino. Departamento de Ensino de Segundo grau. Reestruturação do ensino de 2º grau – química. Curitiba: SEED/DESG, 1993.

SEED/ PR, Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Diretrizes curriculares de química para o ensino médio. Curitiba: SEED/PR, 2008

SILVA, L. H. A.; ZANON, L.B. A experimentação no ensino de ciências. **In:** SCHNETZLER; ARAGÃO. **Ensino de Ciências: Fundamento e abordagens.** CAPES/UNIMEP, 2000.p. 120 – 151.

SILVA, S. F.; NÚÑEZ, I. B. O Ensino por Problemas e Trabalho Experimental dos Estudantes - Reflexões Teórico-Metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6B. p.1197-1203, 2002.

SILVA, M. G. L; SILVA, A.F; NUÑEZ, I.B. Dos modelos de mudança conceitual à aprendizagem como pesquisa orientada. **In:** NUÑEZ, I. B. RAMALHO, B.L (Orgs). **Fundamentos do Ensino e aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática: o novo ensino médio.** Porto Alegre: Sulina Editora, 2004. Parte II, p. 226-224.

XIV ENEQ. Curitiba, 2008

TERRON, L. R. Roteiros de Termoquímica Aplicada. São Paulo: Edição do autor, 1990 apostila.Disponívelem:http://www.poli.usp.br/p/luiz.terron/termo/PDF_cap07_amostrapdf. Acesso em 19.02.2009

VERÍSSIMO, V. B; VIANA; E. F.; LEITE; U. M. C.; VIDAL NETO, A. D. **Construção do Conceito de Osmose: Relato de Experiência para Formação de Um Currículo Integrado** – I Parte. II. ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA. Recife: UFRPE, 2008.

ZANON, D. A. P.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**. V. 10, p. 93-103, 2007.

ZUCCO, C. Formação básica. [S. I.]: AGÊNCIA. FAPESP, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.fapesp.br/materia/7242/entrevista/formacao-basica.htm>: Acesso em: 24/02/2009.

ZULIANI, S. R. Q. A.; ÂNGELO, A. C. D. A utilização de metodologias alternativas: o método investigativo e a aprendizagem de química. **In: Educação em Ciências da Pesquisa à Prática Docente**. Ed. Escrituras: Autores Associados, p. 69-80, 2001.

CRIOMETRIA. Disponível em: <http://www.colegioweb.com.br/quimica/criometria-ou-crioscopia>. Acesso em 13/12/2009.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DO LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE O TEXTO TEMÁTICO: ÁGUA: SOLUÇÕES E PROPRIEDADES.

- 1) Quais são os aspectos considerados importantes que podem qualificar a água quanto a sua composição?
- 2) E quanto ao consumo humano, por que não podemos beber a água do mar?
- 3) Será que acontece alguma mudança nas propriedades físicas da água quando a mesma encontra-se em solução? Comente.
- 4) A presença dos sais minerais pode modificar alguma propriedade física da água, tais como: ponto de ebulição, ponto de fusão e volatilização? Justifique sua resposta.
- 5) O que são forças de interações intermoleculares?
- 6) Que tipo de forças de interações exerce sobre as moléculas da água considerada quimicamente pura?
- 7) Qual a natureza química da água e dos sais minerais dissolvidos na água?
- 8) A água é a única substância encontrada na natureza nos três estados físicos: sólido, líquido e gasoso. Respondam quais são os fatores que determinam o seu estado físico?
- 9) Os médicos recomendam uma solução de 0,9% de NaCl para reidratação oral ou venosa. Será que poderíamos mudar a concentração do soro? Justifique sua resposta.
- 10) Dê exemplos de bebidas isotônicas.

APÊNDICE B

TEXTO TEMÁTICO: ÁGUA: SOLUÇÕES E PROPRIEDADES.

A água é considerada o solvente universal por estar presente em nossas vidas e dissolver a maioria dos compostos químicos. É comum vincularmos a água à qualidade: água da torneira, água da chuva, água mineral, águas subterrâneas, água do mar, ou também a uma finalidade: na indústria utiliza-se a água de processo, água de refrigeração etc. Ela também apresenta algumas características próprias. No planeta é a única substância encontrada naturalmente nos três estados de agregação: sólido, líquido e gasoso. Nos diversos tipos de água encontram-se dissolvidos os sais minerais.

A natureza das ligações químicas dos sais minerais é bem distinta da natureza das moléculas da água. A água é bastante utilizada na indústria e está presente em várias soluções como: vinagre, álcool, acetona, medicamentos, alimentos etc. As soluções em que a água é o solvente são denominadas de soluções aquosas e, por uma questão de conveniência, a água, mesmo estando em menor quantidade numa solução, é considerada como sendo o solvente. Este fato deve-se a algumas razões, uma delas é que a água é a substância que mais consegue dissolver outras substâncias, sejam elas de natureza iônica ou covalente, como também constitui a maior parcela da constituição dos seres vivos e, à medida que envelhecemos, perdemos parte dessa água. Existem forças que aproximam ou afastam as moléculas de uma substância, denominadas de forças intermoleculares. Elas são responsáveis pela diferença nas propriedades físicas das substâncias como, por exemplo, ponto de fusão, ponto de ebulição e pressão máxima de vapor. Essas interações também explicam as diferenças na volatilidade de diferentes líquidos, tais como: água, álcool, acetona, éter, querosene etc.

Em países muito frios, a água encontra-se na maior parte do tempo em seu estado sólido (formação de neve), por isso, geralmente usa-se sal para derreter a neve. Foi observando e buscando explicações para esses fenômenos que o homem conseguiu desenvolver tecnologias e solucionar diversos problemas do seu dia-a-dia como, por exemplo, o uso do etilenoglicol. Esse produto, adicionado à água do radiador de um carro, tem uma dupla finalidade: evita a evaporação mais rápida da água em países muito quentes e também, o congelamento em países muito frios. Mas como uma mesma substância pode modificar duas propriedades físicas ao mesmo tempo?

Uma das tecnologias utilizadas pelo homem ao longo do tempo foi o uso do sal na conservação dos alimentos (salmoura), no soro fisiológico, utilizado na reidratação via oral ou venosa. Os médicos recomendam na reidratação via oral usar uma medida ao preparar o soro caseiro e na reidratação via venosa, recomendam o soro fisiológico 0,9% de sal NaCl, essas soluções são isotônicas. Já a bebida isotônica, tão consumida pelos desportistas, não poderá ser ingerida sem moderação.

Segundo a Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas (APCD), foi descoberto, no dia 3 de abril de 2009, na reunião anual da Associação Internacional de Pesquisa em Odontologia, em Miami, Estados Unidos, que as bebidas esportivas (isotônicas), soluções cuja concentração de moléculas (osmolalidade) é semelhante aos fluidos do nosso corpo (280-340 mosmol/Kg), podem ser incorporadas e transferidas à corrente sanguínea através do processo osmótico. Tais bebidas são rapidamente absorvidas pelo organismo e promovem uma rápida reidratação, provocando a erosão dentária, processo progressivo e destrutivo caracterizado pela perda do tecido duro dos dentes por ação de ácidos presentes em alimentos ou, ainda, provenientes do próprio organismo independente da presença de bactérias.

Mas o grande desafio tecnológico da atualidade é encontrar uma solução para a escassez de água potável. Uma alternativa seria a dessalinização da água do mar. Como desafios, teriam a elevada corrosividade da água salgada que irá destruir ou, irreversivelmente, causar danos aos equipamentos; o custo energético e as questões ambientais, com a eliminação da salmoura residual que quase duplica a salinidade da água marinha ao ser devolvida ao mar. Isto poderá causar danos sobre a biota que é o conjunto de seres vivos de um ecossistema, o que inclui a flora, a fauna, os fungos e outros grupos organismos. Dessa maneira, percebe-se o quão importante é a água, pois, diminui sérios problemas de natureza social, sobretudo, mantém de forma harmoniosa a vida do nosso planeta.

Autora: Valéria Barboza Veríssimo

(Texto adaptado de Santos, et al, 2005 e outros autores em revistas e artigos)

APÊNDICE C

Atividade Experimental 1: testando a natureza química do soluto não volátil nas soluções eletrolíticas e não - eletrolíticas.

Materiais e reagentes (por grupo):

Cloreto de sódio (NaCl)

Sacarose (C₁₂H₂₂O₁₁)

Béqueres de 150 mL (03)

Espátula (01)

Bastão de vidro (bagueta) (01)

Vidro de relógio (01)

Balão volumétrico de 1L (03)

Funil de vidro

Água destilada (H₂O)

Materiais e reagentes (por laboratório)

Balança digital

Dispositivo elétrico para testar a condutividade elétrica

Procedimentos:

Passo 1: Cada grupo deve preparar uma solução aquosa para a realização do experimento conforme os procedimentos para ser utilizada durante as seis atividades experimentais.

Preparação das soluções:

1) solução de sacarose $C_{12}H_{22}O_{11(aq)}$ 0,3 mol/L: pesar 102,6 g de sacarose e transferir, com o auxílio do funil de vidro, para dentro do balão volumétrico de 1000mL. Lavar as bordas do funil com água destilada. Agitar até dissolver o soluto e completar com água destilada até a marca do menisco.

2) solução de cloreto de sódio $NaCl_{(aq)}$ 0,3 mol/L: pesar 17,55 g de cloreto de sódio e transferir, com o auxílio do funil de vidro, para dentro do balão volumétrico de 1000mL. Lavar as bordas do funil com água destilada. Agitar até dissolver o soluto e completar com água destilada até a marca do menisco.

3) solução de cloreto de sódio $NaCl_{(aq)}$ 1 mol/L: pesar 58,5 g de cloreto de sódio $NaCl$ e transferir, com o auxílio do funil de vidro, para dentro do balão volumétrico de 1000mL. Lavar as bordas do funil com água destilada. Agitar até dissolver o soluto e completar com água destilada até a marca do menisco.

Passo 2: testar a condutividade elétrica da água destilada e das soluções de cloreto de sódio e sacarose a fim de investigar a diferença de intensidade de corrente elétrica e, também a não-condução de corrente elétrica (Figura 22).



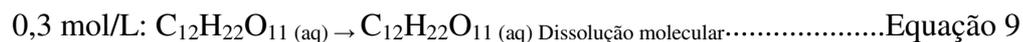
Figura 22 Mostra o dispositivo elétrico do laboratório de Química da UFRPE para testar a condutividade elétrica das soluções.

Passo 3: Ao término do experimento, respondam e justifiquem as seguintes questões:

1) Os resultados obtidos a partir do fator intensidade de corrente elétrica, do teste da condutividade elétrica, em cada solução, foram os mesmos? Por quê?

2) Justifique o fator intensidade de corrente elétrica, a partir da determinação da concentração do número de partículas do soluto não volátil nas soluções, utilizando-se da equação química para representar o fenômeno microscópico no interior de cada solução aquosa.

Solução de sacarose _(aq)



Solução de cloreto de sódio _(aq)



Solução de cloreto de sódio _(aq)



3) O que você acha que justifica o fator intensidade de corrente elétrica nas soluções aquosas testadas?

APÊNDICE D

Atividade Experimental 2: Investigando a influência das forças intermoleculares na volatilização do solvente.

Materiais e reagentes (por grupo):

Álcool etílico

Propanona (acetona)

Água destilada

Algodão

Atomlig 77 educação

Cronômetro

Procedimentos:

Passo 1: Fazer a leitura da temperatura inicial de cada solvente com auxílio do termômetro e testar a volatilidade dos três solventes, utilizando um chumaço de algodão embebido pelo solvente. Passar na pele e, com o auxílio de um cronômetro, registrar o tempo de evaporação de cada solvente.

Passo 2: Após o registro, construir a geometria molecular de cada solvente, utilizando o atomlig 77 educação para identificar a polaridade da molécula e as forças de interações intermoleculares que atuam entre as moléculas de cada solvente.

Passo 3: Compare o registro do tempo de volatilização com a pressão de vapor de cada solvente (água destilada, álcool e propanona) na temperatura inicial, com os valores tabelados da pressão máxima de vapor dos solventes, obtidos do livro (BIANCHI *et al*, 2005) .

Passo 4: Ao término do experimento, respondam e justifiquem as seguintes questões:

- 1) Qual o solvente que volatilizou mais rápido?
- 2) Como você justificaria a maior volatilização desse solvente?

APÊNDICE E

Atividade Experimental 3: investigando a influência da concentração do soluto não volátil nos valores da pressão de vapor do solvente.

Materiais e reagentes (por grupo):

Água destilada

Solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 0,3 mol/L

Solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 1mol/L

Solução de sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$ 0,3 mol/L

Cronômetro (01)

Béqueres de 250 mL (04)

Procedimentos:

Passo 1: Numerar os quatro béqueres de 250 mL na sequência 1,2,3,4. Adicionar, no primeiro béquer, 100 mL de água destilada, no segundo béquer, 100 mL de solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 0,3 mol/L, no terceiro béquer, 100 mL de solução de cloreto de sódio 1mol/L, no quarto béquer, 100mL da solução de sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$ 0,3 mol/L.

Passo 2: Aquecer cada sistema até a ebulição e registrar, com ajuda de um cronômetro, o tempo gasto. Utilizar o termômetro para fazer a leitura da temperatura no início da ebulição de cada sistema.

Passo 3: Após anotação do registro, continuar o aquecimento durante 5 minutos e, ao cessar, calcular o volume evaporado em cada sistema, comparando o registro do volume inicial com o registro do volume final.

Passo 4: Comparar o registro da temperatura de ebulição e o registro do tempo gasto até a ebulição de cada sistema com os valores tabelados da pressão máxima de vapor do solvente encontrados no livro didático (BIANCHI et al, 2005).

Passo 5: Ao término do experimento, de posse dos registros, respondam e justifiquem as seguintes questões:

- 1) Em qual dos três sistemas a vaporização do solvente foi maior?
- 2) Em qual dos três sistemas a vaporização foi menor?
- 3) Que justificativa você daria para explicar o volume de solvente vaporizado em cada sistema?
- 4) Faça uma análise dos registros e escreva a ordem decrescente da pressão de vapor nos quatro sistemas.

APÊNDICE F

Atividade Experimental 4: Investigando a influência da adição do soluto não volátil na temperatura de ebulição das soluções.

Materiais e reagentes (por grupo):

Água destilada

Solução de cloreto de sódio _(aq) 0,3 mol/L

Solução de cloreto de sódio _(aq) 1mol/L

Solução de sacarose _(aq) 0,3 mol/

Termômetro

Cronômetro

Béqueres de 250 mL (04)

Procedimentos:

Passo 1: Numerar os quatro béqueres e adicionar 50mL de água destilada no béquer (1); 50mL de solução de sacarose 0,3 mol/L no béquer (2); 50mL de solução de cloreto de sódio _(aq) 0,3mol/L no béquer (3); 50mL de solução de cloreto de sódio _(aq) 1mol/L no béquer (4).

Passo 2: Aquecer cada sistema separadamente até a ebulição e registrar, com ajuda do termômetro, a temperatura de ebulição (1ª leitura), utilizando o cronômetro para marcar o tempo gasto até o início da ebulição.

Passo 3: Após anotação do registro, continuar o aquecimento durante 5 minutos e fazer a (2ª leitura) da temperatura de ebulição em cada sistema.

Passo 4: Após o registro da 2ª leitura, deixar resfriar até a temperatura ambiente e anotar o volume evaporado em cada sistema.

Passo 5: Ao término da atividade experimental, cada grupo, de posse do registro das temperaturas de ebulição (1ª e 2ª) leituras; tempo gasto até atingir a ebulição na (1ª leitura) ; registro do volume evaporado, respondam e justifiquem as seguintes questões:

1) Que explicação você daria para justificar o resultado da temperatura de ebulição nas leituras (1ª e 2ª)?

2) Você pode explicar o que acontece com o solvente no(s) sistema(s) em que, ao atingir a ebulição após os cinco minutos de aquecimento, a temperatura se mantém constante?

O que acontece com o calor recebido durante o aquecimento?

APÊNDICE G

Atividade Experimental 5: investigando a influência da adição de um soluto não volátil nos valores da temperatura de congelamento das soluções.

Materiais e reagentes (por grupo):

Água destilada

Solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 0,3 mol/L

Solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 1mol/L

Solução de sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11 (aq)}$ 0,3 mol/L

Procedimentos:

Passo 1: Numerar os quatro tubos de ensaio e utilizar as soluções preparadas na atividade 1. Adicionar no (tubo 1) 5mL de água destilada; (tubo 2) 5mL da solução de sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11 (aq)}$ 0,3 mol/L; (tubo 3) 5mL da solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 0,3mol/L; (tubo 4) 5mL da solução de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 1mol/L. Resfriar os quatro sistemas no freezer durante 2 horas.

Passo 2: Após decorridas as 2 horas, retirar os tubos, observar cada sistema e justificar o que aconteceu em relação ao solvente após o período de congelamento nos quatro tubos.

Passo 3: Ao término do experimento de posse do registro de observações, respondam e justifiquem as seguintes questões:

- 1) O que ocorreu, em relação ao solvente, nos quatro sistemas após o tempo de congelamento?
- 2) Por que as fábricas de sorvete adicionam sal comum (NaCl) à água para resfriá-la, muito abaixo de 0°C , e a água não congela? Poderíamos substituir o sal pelo açúcar?

APÊNDICE H

Atividade Experimental 6: investigando a influência da concentração do soluto não volátil no fenômeno da osmose.

Materiais e reagentes (por grupo):

Solução de cloreto de sódio 0,3 mol/L

Solução de cloreto de sódio 1mol/L

Solução de sacarose 0,3 mol/L

Água destilada

Béqueres de 100 mL (04)

Ameixas desidratadas com (caroço) unidades (04)

Materiais e reagentes (por laboratório):

Microscópio

(03) Lâminas com esfregaços de células do sangue, nos meios (hipotônico, isotônico e hipertônico).

Procedimentos:

Passo 1: separar quatro béqueres de 100 mL e numerá-los na sequência 1, 2, 3 e 4. Colocar no primeiro béquer 50 mL de água destilada; no segundo béquer, 50 mL de cloreto de sódio $\text{NaCl}_{(aq)}$ 0,3 mol/L; no terceiro béquer, 50 mL de solução de cloreto de sódio 1mol/L; no quarto béquer, 50mL da solução aquosa de sacarose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(aq)}$ 0,3 mol/L. Adicionar em cada béquer numerado uma ameixa seca com caroço e deixar em repouso durante 2h. Após o período de repouso, observar e registrar o que ocorreu com a ameixa em cada sistema.

Passo 2: Com uso do microscópio, fazer a leitura das lâminas com esfregaços das células do sangue nos meios (hipotônico, isotônico e hipertônico) e registrar as observações.

Passo 3: após a leitura das lâminas e registro das observações sobre o experimento, respondam e justifiquem as seguintes questões:

- 1) Ocorreu alguma mudança em relação à ameixa nos quatro sistemas?
- 2) O que aconteceu com as células do sangue, ao observar no microscópio as três lâminas com o esfregaço das células de sangue nos meios (hipotônico, isotônico e hipertônico)?
- 3) Explique se existe alguma relação entre o fenômeno que ocorreu com as ameixas e o fenômeno nas lâminas de sangue.