

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

MARCUS VINÍCIUS BARCELLOS DE FRAGA

**UM ESTUDO SOBRE AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ESTUDANTES E
SUA EVOLUÇÃO CONCEITUAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
SOLUÇÕES**

PORTO ALEGRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA

MARCUS VINÍCIUS BARCELLOS DE FRAGA

**UM ESTUDO SOBRE AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DOS ESTUDANTES E SUA
EVOLUÇÃO CONCEITUAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
SOLUÇÕES**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Seminários de Estágio” do curso de Química, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Maria Teixeira dos Santos

PORTO ALEGRE

2010

AGRADECIMENTOS

Ao meu Senhor Deus em primeiro lugar, por sua presença onipotente, assistindo-me nas dificuldades, concedendo-me coragem e perseverança, por sua fidelidade, amor e vida.

Aos meus amados pais Ivana e Décio, que em seu amor e sabedoria, mantiveram-se ao meu lado, apoiando, sustentando, incentivando e abraçando minhas dificuldades.

A minha amada irmã Iris, pela paciência, carinho e ajuda para que esse trabalho fosse entregue no prazo, sem a sua ajuda não seria possível e também ao meu cunhado Daniel por permitir que ela ficasse um tempo na nossa casa e assim pudesse me ajudar.

Aos meus amados irmão Alex e cunhada Liziane, pelo apoio e carinho, sempre com uma palavra de carinho e transmitindo alegria, não permitindo que eu desanimasse.

A minha amada Juliane, em especial pelas palavras de incentivo, companhia e amor que, além do apoio carinhoso, também contribuiu com algumas sugestões para a realização deste trabalho.

A toda minha família querida, pela compreensão por muitas vezes ter aberto mão do tempo ao lado de todos.

Aos meus alunos, professores e também aos funcionários da escola, que tornaram possível a realização deste trabalho.

A minha querida amiga Claudia, pela amizade verdadeira, companhia, apoio e compreensão nos momentos difíceis e por todo este tempo de convívio.

Aos meus queridos amigos Benhur e Douglas pela ajudinha na última semana e pelas trocas de experiência e amizade.

Ao meu amigo Johnny, pela compreensão com relação as minhas faltas.

Aos meus queridos amigos irmãos do Alfa&Omega, muito obrigado por tudo.

À professora Dirce Pozebon, por sua compreensão, apoio e paciência.

À professora Emilse Maria Agostini Martini, pela compreensão na última semana de entrega.

À professora Flávia Maria Teixeira dos Santos, pela orientação, compreensão e apoio.

Aos amigos e colegas do laboratório D217, pela compreensão com relação aos dias em que não pude comparecer.

RESUMO

O presente trabalho consiste em uma investigação e análise das concepções dos estudantes acerca dos conceitos relacionados à química de soluções, nos níveis submicroscópico e macroscópico. Partiu-se do pressuposto de que no ensino de Química em geral, e de soluções em particular, um tratamento adequado das idéias emergidas e dos raciocínios teóricos prévios dos alunos poderia contribuir para promover nos mesmos a formação do pensamento teórico, cuja responsabilidade recai fundamentalmente na escola. Os dados dessa investigação foram coletados em duas turmas de segundo ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de Porto Alegre e construídos a partir de i) aplicação de testes antes e após o processo de ensino de soluções para verificar as concepções dos estudantes; ii) aplicação da metodologia de ensino proposta; iii) análise do processo de ensino e aprendizagem de soluções, que constou dos seguintes estudos: análise dos testes dos alunos antes e após os mesmos serem submetidos a metodologia de ensino de soluções proposta, com o objetivo de através dessa análise e da constatação da aprendizagem dos estudantes envolvidos, validar a metodologia utilizada como uma alternativa as aulas ditas “tradicionais” de soluções.

PALAVRAS-CHAVE: concepções dos estudantes; soluções; raciocínios teóricos.

ABSTRACT

This study is a research and analysis of students' conceptions about the concepts related to chemical solutions, submicroscopic and macroscopic levels. This started from the assumption that the teaching of chemistry in general and solutions in particular, an adequate treatment of the ideas that emerged from students theoretical arguments and previous could help foster in them the formation of theoretical thinking, whose responsibility falls primarily on School. data collected in this investigation were two classes of second year of high school in a public school in the city of Porto Alegre and constructed from i) the application of tests before and after the process of teaching solutions to assess students' conceptions, ii) application of the proposed teaching methodology, iii) analysis of teaching and learning solutions, which consisted of the following studies: an analysis of testing students before and after students are subjected to this methodology education solutions proposed with the aim of this analysis and through observation of student learning involved, validating the methodology used as an alternative classes "traditional" solutions.

KEY WORDS: students conceptions; solutions; theoretical arguments.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1 – REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
1.1. Modelo tradicional e modelo contextualizado no Ensino de Ciências	13
1.2. Concepções Alternativas uma revisão bibliográfica	15
CAPÍTULO 2 – A METODOLOGIA DO TRABALHO	20
CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO	22
3.1. Caracterização da Instituição e dos Sujeitos	22
3.2. Planejamento do Diagnóstico Inicial	23
3.3. Planejamento das atividades propostas para o ensino de soluções, visando à evolução conceitual	25
3.4. Descrição das atividades	28
3.5. Planejamento, Aplicação do Diagnóstico Final e Análise das Concepções dos Alunos após o Processo de Ensino	33
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	34
4.1 Análise das concepções iniciais dos alunos	34
4.1.1. Categorias de Análise.....	35
4.2. Análise das concepções dos alunos após intervenção pedagógica.....	51
4.2.1. Categorias de Análise da evolução conceitual	52
4.3. Avaliação.....	67
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	68
REFERÊNCIAS	72
ANEXOS	76

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3:

Tabela 3.1 – Características gerais dos alunos por turma	22
---	----

CAPÍTULO 4:

Tabela 4.1 – Concepções iniciais dos alunos sobre o conceito de solução	36
--	----

Tabela 4.2 – Concepções iniciais dos alunos sobre o conceito de dissolução	37
---	----

Tabela 4.3 – Concepções dos alunos quanto à diferença da dissolução do sal e açúcar na água..	41
--	----

Tabela 4.4 – Concepções após o processo de ensino dos alunos sobre o conceito de solução	52
---	----

Tabela 4.5 – Concepções após o processo de ensino dos alunos sobre o conceito de dissolução.	54
---	----

Tabela 4.6 – Resultados detalhados das respostas dos alunos por turma, após o processo de ensino, sobre a dissolução do sal e do açúcar na água	56
--	----

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 3:

Quadro 3.1– Planejamento do Diagnóstico Inicial24

Quadro 3.2– Atividades propostas visando à evolução conceitual de conceitos pertinentes
ao tema de soluções26

Quadro 3.3– Planejamento do pós-teste.....33

CAPÍTULO 4:

Quadro 4.1 – Relação das categories de análise com as questões do pré-teste.....35

Quadro 4.2 – Relação das categorias de análise com as questões do pós-teste51

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 4:

Gráfico 4.1 – Resultado da análise relacionando as três questões com o total de alunos.....	24
Gráfico 4.2 – Análise detalhada das respostas dos alunos com relação a cada parte da questão 4.....	24
Gráfico 4.3 – Análise detalhada das respostas dos alunos com relação a cada parte da questão 5	33
Gráfico 4.4 – Análise detalhada das respostas dos alunos com relação a cada parte da questão 6.....	24
Gráfico 4.5 – Análise das respostas dos alunos com relação à parte 1 das questões 3 e 4.....	35
Gráfico 4.7 – Análise das respostas dos alunos com relação às partes 1, 2 e 3 da questão 5	51

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 4:

Figura 4.1 – RSMs de estudantes, mostrando as concepções alternativas com relação ao arranjo das partículas em solução	46
Figura 4.2 – Representações equivocadas dos alunos	48
Figura 4.3 – Representações equivocadas dos alunos	48
Figura 4.4 – Representações equivocadas dos alunos	48
Figura 4.5 – Representações equivocadas dos alunos	48
Figura 4.6 – Representações equivocadas dos alunos	50
Figura 4.7 – Representação da dissolução do sal na água do aluno 1 da 2 ^o série B em nível submicroscópico.....	61
Figura 4.8 – Representação da dissolução do sal na água do aluno 1 da 2 ^o série A em nível submicroscópico.....	61
Figura 4.9 – Equívocos na representação das estruturas químicas e no tamanho dos átomos	63
Figura 4.10 – Equívocos na representação das moléculas de açúcar e sua interação com a água	63
Figura 4.11 – Representação macroscópica da dissolução do açúcar na água do aluno 8	64
Figura 4.12 – RSM do aluno 10 com relação à questão 5	66

INTRODUÇÃO

Embora pareçam simples, os conceitos trabalhados na química de soluções, como formação e solubilidade, por exemplo, são muitas vezes incompreendidos pelos alunos tanto no nível macroscópico¹ quanto no nível submicroscópico². Dessa forma, é comum que os estudantes façam confusão entre esses conceitos e, por terem noções pré-estabelecidas, acabam encontrando sérias dificuldades para compreender outros conceitos que estão relacionados com soluções e, também, a fenômenos que estão presentes em seu cotidiano.

O objetivo desse trabalho é investigar e fazer uma análise das concepções que os alunos têm sobre os conceitos de soluções relacionando-os com os conceitos relatados na literatura, bem como acompanhar a evolução da aprendizagem que se dará durante a aplicação das estratégias metodológicas utilizadas no ensino. Nesta perspectiva, é importante tentar reformular algumas idéias e buscar a consolidação de alguns conceitos importantes, de forma a contribuir para a evolução do conhecimento utilizando-se de um alicerce sólido e bem estruturado.

Segundo Echeverría (1996), aprender Química exige muito mais que a observação de fenômenos naturais ou criados pelo homem, na química nem sempre os fenômenos mostram sua essência, portanto é importante buscar aproximar adequadamente a linguagem científica à realidade cotidiana dos alunos. Durante o desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso foram desenvolvidas atividades capazes de promover essa discussão e trazer à tona concepções inadequadas, de forma a trabalhar esta problemática e avaliar o progresso obtido com relação à compreensão desses conceitos pelos estudantes.

A realização de aulas mais dinâmicas utilizando recursos computacionais bem como atividades práticas em laboratório se revelou como uma boa alternativa para viabilizar esta proposta, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento nas atividades escolares (Giordan, 1999; Laburú, 2006). A fim de incentivar a discussão e o ensino a partir da problematização desse assunto, também foi utilizado um problema, valendo-se do

¹ Macroscópico: descritivo ou funcional. Neste nível o fenômeno químico é percebido pelos nossos sentidos e destacam-se aspectos como cor, cheiro, densidade, etc. Pode ser visto e tocado materialmente e descreve propriedades em termos de densidade, combustão, cor. Incluem-se neste nível as possibilidades de transformações de um material em outro, com consequente mudança nas propriedades visíveis. (Johnstone, 1982 apud Santos, 2008, p. 288)

² “Submicroscópico”: atômico, molecular explicativo. Nível dos modelos que permite dar “visibilidade” ao mundo tridimensional de átomos, íons e moléculas, e sua dinâmica, interações e a energia de movimento. (Johnstone, 1982 apud Santos, 2008, p. 288)

método de resolução de problemas, como uma ferramenta desencadeadora de um processo ativo de construção do conhecimento por parte dos alunos.

O tema soluções sempre me chamou muita atenção no decorrer da graduação e quando iniciei o segundo estágio docente e, ao mesmo tempo, os preparativos para o trabalho de conclusão de curso, pesquisei artigos sobre a Química de Soluções, cujo conteúdo trabalharia no estágio docente, e percebi a importância desse tema na Química, pensei então em promover em minhas aulas um ensino contextualizado, voltado para o aluno, considerando os seus conhecimentos prévios, com o objetivo de trabalhar as suas concepções de forma a elaborar conceitos mais apropriados.

Apesar de o tema soluções estar presente em todos os currículos de Química das escolas brasileiras de ensino médio, sejam elas de Educação Básica ou de ensino técnico, a riqueza conceitual do mesmo não tem sido adequadamente explorada pelo ensino, na medida em que o tema soluções constitui-se potencialmente significativo para promover a sistematização de inúmeros outros conceitos químicos importantes. Isto porque sua própria conceituação pressupõe a compreensão de idéias relativas a mistura, substâncias, ligações químicas, modelo corpuscular da matéria, interação química, entre outros. Por outro lado, tópicos importantes como funções químicas, equilíbrio químico, tipos de reações químicas e eletroquímica estão relacionados com soluções, já que estas constituem o meio mais comum de ocorrências de transformações químicas. Além disso, um tratamento adequado do estudo das funções químicas, por exemplo, pressupõe a compreensão do fenômeno da dissolução, o qual deveria ser abordado através de relações entre informações químicas macroscópicas e submicroscópicas pois, como apontado por Nakleh (1992), o aluno só aprende um conceito químico quando consegue explicá-lo em nível atômico-molecular representacional.

Apesar de os alunos geralmente apresentarem dificuldades quanto ao nível submicroscópico dos conceitos químicos é de se esperar que, ao conseguirem abstrair, elaborar e utilizar noções abstratas para racionalizar e explicar fenômenos macroscópicos, tenham aprendido não somente os conceitos químicos, mas também dado um salto qualitativo no processo cognitivo³.

³ Processo cognitivo é a realização das funções estruturais da representação (idéia ou imagem que concebemos do mundo ou de alguma coisa) ligadas a um saber referente a um dado objeto. Constitui na execução em conjunto das unidades do saber da consciência, que foram baseados nos reflexos sensoriais, representações, pensamentos e lembranças, com o processo mental que consiste em escolher ou isolar um determinado aspecto de um estado de

São poucas as investigações que têm procurado conhecer as interpretações dos alunos sobre os aspectos submicroscópicos envolvidos no tema soluções, a ênfase tem se centrado em aspectos quantitativos.

Nesse sentido, decidiu-se orientar esta pesquisa de maneira a criar situações de ensino que permitissem a construção do conceito de solução como uma mistura homogênea de substâncias. Considerou-se que a homogeneidade da solução é uma propriedade importante na interface da transposição da visão macroscópica para a submicroscópica, e sua compreensão poderia auxiliar a reflexão crítica por parte do aluno para o entendimento do processo de interações entre partículas de substâncias, na formação da solução, e também a interpretação do processo de dissolução como um conjunto de interações que ocorrem entre as partículas da solução. Considerou-se que este conjunto de idéias poderia consolidar os conceitos e levar a uma aprendizagem significativa⁴.

Nesse contexto se situa este trabalho de conclusão de curso. No capítulo 1 será discutido sobre o ensino de química, serão apresentados os referenciais teóricos importantes para realização da pesquisa aqui relatada. No segundo capítulo, falarei das estratégias metodológicas de ensino adotadas. O capítulo 3 tratará da descrição e do desenvolvimento da metodologia de investigação: aspectos relativos às turmas e à escola onde desenvolvi a investigação e o direcionamento dos trabalhos em sala de aula.

Os resultados obtidos através da análise dos pré e pós-testes aplicados no decorrer do período em que foi realizada a investigação estão no capítulo 4, assim como os respectivos comentários. Para o fechamento da investigação, fiz algumas considerações sobre a experiência vivenciada e bem como sobre a validação do método aplicado no Ensino de Química.

coisas relativamente complexas, a fim de simplificar a sua avaliação, classificação ou para permitir a comunicação do mesmo através da abstração (http://pt.wikipedia.org/wiki/Processo_cognitivo.)

⁴ Neste texto o uso do termo “aprendizagem significativa” não está vinculado à teoria de Ausubel (1980). O termo é usado no sentido mais amplo, significando a aprendizagem que faz sentido, que tem significado para o estudante.

CAPÍTULO 1

REFERÊNCIAL TEÓRICO

1.1. Modelo tradicional e modelo contextualizado no Ensino de Ciências

O modelo tradicional de ensino trata o conhecimento como um conjunto de informações que são transmitidas pelos professores aos estudantes. Nessa abordagem, os aprendizes assumem o papel de ouvintes, cuja função maior é a de memorização. Mesmo considerando uma possível interação existente no silêncio dos estudantes, o professor terá dificuldade, nesse caso, de identificar aprendizagens. O ato de educar é complexo e envolve, por exemplo, o desenvolvimento de formas de pensar, de estruturas mentais e, para isso, não basta que o professor transmita ao estudante um número enorme de informações.

Para transpor o modelo tradicional, a partir dos anos 1980, passou-se a enfatizar no ensino de química o movimento construtivista. Esse modelo preocupado com a construção do conhecimento, fez surgir o “movimento das concepções alternativas” e muitas pesquisas que identificaram as concepções “inadequadas” dos alunos que interferem no ensino de conceitos científicos. Apesar de, naquela época, a mudança conceitual estar associada à substituição de uma forma de pensar por outra, a aprendizagem passou a ter outro significado que ia muito além da memorização.

Wertsch (1998) trata da aprendizagem em termos de domínio e apropriação. Para ele, o conhecimento memorizado é de domínio dos alunos, pois “sabem usar a ferramenta cultural” (p. 50) mesmo que por um curto momento, mas não se apropriam desse conhecimento porque não “tomam algo do outro e tornam seu próprio” (p. 53), ou seja, não utilizam esse conhecimento em outras situações de suas vidas.

Já houve tempo em que o professor era a melhor fonte de informações da qual o estudante dispunha e, nesse caso, a forma de ensino tradicional até poderia se justificar. No entanto, hoje, graças principalmente às tecnologias de informação e comunicação, o acesso ao conhecimento está mais diversificado, ou seja, há outras possibilidades de contato com o conhecimento. O papel da escola e do professor com certeza não é mais o mesmo. O conhecimento está disponível num maior número de publicações nacionais (livros, revistas especializadas, jornais e outros), internacionais (traduzidos ou não) e na rede mundial de computadores. O professor, diante disso, não representa o recurso de mais fácil acesso às informações.

Apropriar-se do conhecimento é pensar sobre situações do mundo, usando-o para entendê-las. No caso da Química, trata-se de ser capaz de pensar sobre o mundo material utilizando os conhecimentos químicos. Essa preocupação também é apontada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (PCN), que caracteriza a abordagem tradicional como aquela que prioriza as informações, desligadas da realidade vivida pelos alunos e professores.

Segundo esse documento:

[...] a escola, ao tomar para si o objetivo de formar cidadãos capazes de atuar com competência e dignidade na sociedade, buscará eleger, como objetivo de ensino, conteúdos que estejam em consonância com as questões sociais que marcam cada momento histórico, cuja aprendizagem e assimilação são consideradas essenciais para que os alunos possam exercer seus direitos e deveres. Para tanto ainda é necessário que a instituição escolar garanta um conjunto de práticas planejadas com o propósito de contribuir para que os alunos se apropriem dos conteúdos de maneira crítica e construtiva. (Brasil, 1997, p. 45)

A Química é uma ciência que se preocupa em entender o mundo no seu sentido material, bem como tudo se constitui e se transforma e o que envolve essas transformações. Portanto, ela estuda aquilo que faz parte do mundo em que vivemos. Dentro dessa concepção, o ensino da química nas escolas deve oferecer aos alunos muito mais do que simplesmente um estudo de classificações, funções, regras de nomenclatura, entre outros. O conhecimento químico é uma ferramenta para entendimento do mundo material e dos fenômenos que nele ocorrem. Dessa forma, é um desafio para os educadores propiciar uma aprendizagem mais significativa, para que o estudante se aproprie do conhecimento e o utilize para a leitura do mundo sob o prisma científico.

Nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM), da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, consta ainda que o ensino

[...] deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (Brasil, 1999, p. 17)

Também nesses documentos se encontram que, se o ensino de Química for contextualizado e trabalhado a partir de temas de interesse do aluno ou que incluam atividades importantes da vida da sociedade, os conteúdos ganham flexibilidade e interatividade. Segundo Freire (1981), o ensino proporciona o desenvolvimento de uma consciência crítica que permite ao homem transformar a realidade. Não basta, então, o conhecimento para desenvolver tecnologia.

Ele deve ser capaz de auxiliar na preservação do mundo em que vivemos ao mesmo tempo em que o desenvolve.

Dessa forma, supera-se o tratamento usual que procura esgotar um a um os diversos “tópicos” da química, de forma compartimentada, para a adoção do tratamento de uma situação-problema, em que os aspectos pertinentes do conhecimento químico, necessários para a compreensão e a tentativa de solução, são evidenciados (PCN Brasil, 1999, p. 71).

Para Schnetzler e Aragão (1995), os alunos chegam às salas de aula com idéias pré-concebidas sobre vários fenômenos ou conceitos químicos desenvolvidos nas inúmeras situações que se defrontam em suas vidas. Para os alunos suas concepções prévias e alternativas fazem sentido e, por esse motivo são, muitas vezes, tão resistentes a mudanças. Dessa forma essas concepções poderiam determinar o desenvolvimento de atitudes em sala de aula, num processo mediado, de forma a promover a evolução dessas. Assim a aprendizagem é entendida como, reorganização, desenvolvimento ou evolução das concepções dos alunos, ou seja, como uma evolução conceitual.

1.2. Concepções Alternativas⁵ uma revisão bibliográfica

Considerando-se os aspectos teóricos acerca do processo de ensino-aprendizagem deste trabalho, convém ressaltar alguns dados históricos de grande importância no estudo das concepções alternativas dos estudantes.

Contrariando a corrente do behaviorismo, da década de 70, o construtivismo significou a retomada de um ponto de vista “ativo” da aprendizagem, segundo o qual esta última não é vista como uma forma passiva de adquirir conhecimentos, mas como um processo no qual o aprendiz tem de construir ativamente seu conhecimento com base em idéias já existentes em sua estrutura cognitiva. Este pressuposto determinou a orientação da pesquisa em educação no sentido da identificação das idéias prévias dos alunos e do papel dessas no processo de aprendizagem. “O mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo” (Ausubel et al., 1980 apud Santos, 1998, p. 22), tornou-se uma espécie de guia para investigação.

⁵ “Concepções Alternativas será considerada neste trabalho como concepções espontâneas ou representações pessoais, compartilhadas por um grupo de alunos que diferem das concepções aceitas cientificamente”. (Gilbert e Swift, 1985, apud Santos, 1998)

Os conceitos trabalhados nas disciplinas escolares, fundamentalmente a Física, mas, também a Química e Biologia, constituíram-se num lugar privilegiado para realização desses propósitos. Assim, foram identificadas as “idéias prévias”⁶ dos alunos – as denominações encontradas na literatura são variadas: concepções ou conhecimento prévio, concepções cotidianas, idéias intuitivas, esquemas alternativos – sobre calor, força, energia e outros tópicos.

Os trabalhos mostraram que as idéias prévias dos alunos estão geralmente distantes das aceitas pela comunidade científica e que o ensino nem sempre contribui para a mudança conceitual, ou seja, para a assimilação do conceito em sua formulação desejável. Em outras palavras essas idéias são persistentes ou resistentes ao ensino. Tal persistência é explicada considerando-se que as pessoas explicam os fenômenos com os quais lidam em suas vidas, criando as suas próprias teorias. Estas teorias nem sempre estão de acordo com as explicações científicas e, ao serem confrontadas, pode acontecer que se os novos conceitos não adquirirem significação, as antigas concepções prevalecerão. Entre os trabalhos nacionais, temos o trabalho de Justi (1991) sobre as idéias prévias dos alunos e a persistência das mesmas acerca da estrutura da matéria mesmo após os alunos serem submetidos a um processo de ensino que visava promoção de mudança conceitual. Há também pesquisas de autores estrangeiros que se referem aos conceitos de soluções. O artigo de Çalyk, Ayas, e Ebenezer (2005), faz uma revisão de muitos estudos com relação às concepções dos alunos sobre a Química de Soluções, mostrando a persistência das idéias alternativas.

Portanto, estas concepções alternativas podem se tornar inibidoras da construção de conceitos e de princípios cientificamente aceitos, sendo “altamente estáveis, tenazes e resistentes à extinção”, pois, para os alunos, são úteis e coerentes, satisfazendo seus pontos de vista (Pozo et al., 1991).

Muitos autores têm se ocupado deste assunto, entre eles Nussbaum (1989), Hasheweh (1986), Hewson e Thorley (1989), a partir de um trabalho de autoria de Posner et al. (1982) sobre um modelo de mudança conceitual que se tornou muito difundido no campo da Educação em Ciências. No esquema de Posner e colaboradores, a mudança conceitual se realiza a partir do conflito cognitivo entre as concepções existentes e aquelas apresentadas pelo professor, o que leva finalmente a uma acomodação cognitiva.

⁶ Idéias prévias dos alunos são consideradas como o mesmo que concepções alternativas, portanto sempre que no texto estiver idéias prévias entenda-se por concepções alternativas.

Como é possível depreender-se, no primeiro estágio do processo de mudança conceitual, as pré-concepções dos alunos têm que ser identificadas. Foi precisamente a esta identificação que os pesquisadores dedicaram grandes esforços, o que significou uma grande contribuição para a superação do ponto de vista “passivo” da aprendizagem, segundo o qual o aprendiz é vazio de idéias, sendo considerado um receptor de conhecimento.

Pintrich et al. (1993), em revisão dos modelos de mudança conceitual utilizados no ensino, sugerem duas características críticas: natureza e função da motivação e os fatores contextuais da sala de aula. Destacam que os fatores motivacionais são mediadores potenciais do processo de mudança conceitual, tais como: objetivos, valores, autonomia, poder e controle das crenças existentes. Apontam três aspectos do comportamento individual, que consideram relevantes para a mudança conceitual: a escolha da tarefa, nível de participação nas tarefas e a disposição do aluno para realizá-las. No que concerne ao contexto da sala de aula, para o estabelecimento de relação entre a motivação dos alunos e a mudança conceitual, destacam: estrutura das tarefas, desafios, estrutura da autoridade, estrutura da avaliação, erros positivos, gerenciamento da sala de aula, uso do tempo, normas de participação, modelo de professor, mediação do professor.

Para os autores, o modelo de mudança conceitual descreve a aprendizagem como a interação entre as experiências individuais, concepções e idéias. Fazem uma crítica ao modelo de mudança conceitual de Posner et al. (1982), evidenciando que a aprendizagem cognitiva não deve ser “fria e isolada”, dependente apenas das “quatro condições cognitivas”⁷ propostas por esses autores, mas que, vai além destas condições e são dependentes de uma variedade de fatores cognitivos motivacionais (afetivos) e contextuais de sala de aula. Portanto, propõem que a mudança conceitual poderá ocorrer quando da interação entre: insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade e proficuidade, e os fatores citados. Também destacam que a aprendizagem em sala de aula não é isolada, mas influenciada pelas observações e interações que se dão entre professor e alunos. Por outro lado, os objetivos sociais (amizades, namoros, tentativas de impressionar os pares) podem dificultar o compromisso intelectual.

Outro ponto importante a se citar, são as pesquisas que tem adotado como perspectiva teórica, aquela relacionada a corrente sociohistórica ou sócio cultural. Nessa tradição, o processo

⁷ Posner e colaboradores (1982) descrevem quatro condições que parecem ser aspectos comuns na maioria dos casos de acomodação de um novo conceito: inteligibilidade, plausibilidade, fertilidade e insatisfação.

de conceitualização é equacionado com a construção de significados (Vygotsky, 1987), o que significa que o foco está no processo de significação. Os significados são vistos como polissêmicos e polifônicos, criados na interação social e então internalizados pelos indivíduos. Além disso, o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados. Mortimer & Scott (2002), ao analisar as concepções alternativas dos alunos, trata de perfil conceitual e afirmam que haverá o alargamento desse perfil do aluno a partir do momento que este incorpora novos significados, que passarão a conviver com os anteriores.

O papel da linguagem também exerce influência nas idéias dos alunos, que se utilizam de termos indiferenciados para expressarem suas concepções alternativas. Elas são muito influenciadas pela linguagem do cotidiano. O termo partícula é usado na ciência, por exemplo, para se referir à molécula; no entanto, os alunos utilizam-no para expressarem, uma pequena, mas visível, porção da matéria. Segundo Ebenezer e Erickson (1996), o professor geralmente refere-se ao termo partícula relacionada à idéia de moléculas e íons, e os alunos associam partículas a “grãos”, chegando atribuir idéias animistas, tais como: “os grãos incham”. Segundo Pozo et al. (1991), esses significados seriam um produto de distintas “microculturas”, constituídas por um conjunto de experiências ou práticas cotidianas, associadas às idéias transmitidas pela família e pelos meios de comunicação social.

Muitas das concepções alternativas se situam no nível de conhecimento intuitivo dos indivíduos e não no nível das leis que regem o mundo natural. Segundo Ebenezer e Erickson (1996), as concepções dos estudantes sobre soluções podem estar baseadas nas combinações de suas experiências com o cotidiano. Assim, as experiências dos alunos, ao verem a cera e o gelo “derreterem”, mudando do estado sólido para o estado líquido, podem justificar a associação que alguns fazem entre o processo de dissolução e o “derretimento” do sal no líquido quando quente, por exemplo.

Psicologicamente Martinez (1999) comenta que, segundo Vygotski os alunos poderiam não utilizar efetivamente as concepções científicas, não porque as desconheçam ou não as possuam, mas porque as mesmas se encontram dentro do que ele chama de Zona de

Desenvolvimento Proximal⁸. Espaço no qual graças à interação e a ajuda de outros, resolver um problema ou uma determinada tarefa seria possível em um nível que individualmente não se conseguiria, e somente poderiam ser acionadas pelo professor, companheiro ou material de apoio.

Portanto, o foco desse trabalho é justamente esse, promover no aluno uma evolução conceitual, partindo de suas concepções prévias e atingindo um novo patamar do conhecimento científico. Mas, é importante ressaltar que não estamos falando de mudança conceitual, e sim da evolução dos conceitos previamente conhecidos pelos alunos.

Foi dito até aqui que, a diferença fundamental entre os conceitos espontâneos e conceitos científicos esta em que esses fazem parte de um sistema de idéias e que são geralmente introduzidos verbalmente pelo professor. Tendo em mente o processo cognitivo do aluno, que reconstrói constantemente as relações conceituais, e pensando na necessidade de se promover na escola o pensamento teórico, é necessário destacar que a sistematização conceitual significa mais do que contextualizar um conceito dentro de um determinado sistema. Além disso, implica na retomada constante do dito conceito em níveis crescentes de generalização. Nesse sentido, o tema químico soluções constitui em um lugar privilegiado para se tratar esses aspectos.

A escolha do tema químico recaiu em soluções, não por conderá-lo mais importante que os outros, mas porque além do que foi dito na introdução desse trabalho de ele ter real importância, apresenta-se como um tema com muitas potencialidades tanto para pesquisa em Química quanto para Educação.

⁸ Vygotsky (1993) postula a existência de uma Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que seria um “distanciamento” entre aquilo que o aprendiz já é capaz de fazer e explicar sozinho (Nível de Desenvolvimento Real) e aquilo que ele poderá vir a fazer ou explicar quando auxiliado (Nível de Desenvolvimento Potencial). Segundo ele, ao programar suas aulas, seria indicado que o professor considerasse a existência de uma ZDP e instaurasse um processo constante de negociação de significados.

CAPÍTULO 2

A METODOLOGIA DO TRABALHO

A partir dos marcos teóricos e da discussão expostos no capítulo anterior, a proposta de metodologia da pesquisa realizada neste trabalho se baseiou em três etapas.

No primeiro momento, foi construído um pré-teste baseando-se nas idéias de Echeverría, (1996, p. 15) e Devetak, Vogrinc, e Glazar (2008, p.176 e 179), para assim identificar as concepções prévias (alternativas) dos alunos, antes destes serem submetidos à metodologia de ensino proposta. A escolha dos referenciais e instrumentos relacionou-se ao uso dos conceitos macroscópicos (Echeverria, 1996), e submicroscópicos (Devetak e colaboradores, 2008), ambos aspectos importantíssimos para o estudo das soluções.

No segundo momento, conhecendo as concepções alternativas dos alunos através da análise do pré-testes e das informações encontradas na literatura, foi proposto um conjunto de atividades que exploram os conceitos relacionados à química de soluções de maneira a auxiliar na evolução conceitual dos alunos. As atividades que compuseram essa metodologia de ensino foram: duas aulas práticas no laboratório de química da escola e uma atividade de simulação computacional. Após cada uma dessas atividades foi pedido um relatório, como forma de verificar a construção do conhecimento por parte dos alunos, foram propostas também aulas mais dinâmicas e interessantes utilizando um projetor multimídia, através do qual foi possível projetar animações, representações e figuras que são de difícil transposição para o quadro negro, facilitando assim processo de ensino-aprendizagem. Nesta etapa foram trabalhados conceitos, definições e relações, além de possibilitar a percepção por parte do aluno da existência de outras explicações para os fenômenos, podendo ser possível a comparação deste novo conhecimento com as idéias prévias, de maneira que possa usá-los para melhor interpretar fatos e fenômenos que se apresentem em seu dia a dia.

Escolheram-se atividades práticas, pois segundo Giordan (1999), “tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas”. Quanto às atividades computacionais, segundo Ribeiro e Greca (2002, p.544), “para explicar fenômenos, processos e idéias abstratas, bem como proporcionar aos alunos o

desenvolvimento da capacidade de representação em seus distintos níveis e auxiliá-los na competência representativa, os pesquisadores tem sugerido várias abordagens pedagógicas, dentre as quais tem se destacado, nos últimos anos, o uso de simulações computacionais e de ferramentas de modelização”. Desse modo, a literatura parece indicar que essas metodologias são importantes para a construção do conhecimento científico por parte dos alunos.

Na última etapa, foi utilizado um pós-teste construído com base nos testes da tese de doutorado de Echeverria (1993 p. 213 e 214) e nos problemas de Devetak, Vogrinc, e Glazar (2008, p.176 e 179), valendo-se dos conceitos que mais foram trabalhados, afim de que se detecte a evolução conceitual, os mesmos foram analisados e os resultados comparados com os do pré-teste. Nessa etapa com os resultados em mão, também foram avaliadas as atividades que compuseram a experimentação didática, de maneira a validar a metodologia utilizada.

CAPÍTULO 3

DESCRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO

3.1. Caracterização da Instituição e dos Sujeitos

Esta investigação e análise no contexto escolar foram realizadas junto a duas turmas do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual da rede pública de Porto Alegre com alunos oriundos dos mais diversos bairros da capital. Como já indicado anteriormente, a parte final de meu estágio docente e meu trabalho de conclusão estão ligados pelo tema soluções. Assim a escola e as turmas para as quais propus o trabalho não foram escolhidas especialmente para realizá-lo, e foi resultado da busca pela instituição com melhor localização e com horários mais adequados para a realização do estágio de docência.

A escola funciona nos três períodos (manhã, tarde e noite) e atende somente alunos do Ensino Médio. Como citado anteriormente, participaram dessa investigação duas turmas de 2ª série do período matutino, 2ª série A (27 alunos) e 2ª série B (30 alunos), nas quais fui professor estagiário. Para efeito da pesquisa, foram consideradas as concepções iniciais dos 43 alunos que realizaram o diagnóstico inicial. Para a análise da evolução conceitual dos alunos, consideraram-se as concepções dos que participaram de todas as situações de ensino propostas na pesquisa (diagnóstico inicial, atividades de aula, diagnóstico final), totalizando 17 alunos cujas características, por turma, são discriminadas na tabela a seguir (TAB 3.1).

Tabela 3.1- Características gerais dos alunos por turma

Turma	Nº alunos por turma	Nº de alunos envolvidos na pesquisa	Número de alunos de acordo com a idade			Número de alunos de acordo com o sexo	
			15 anos	16 anos	17 anos	Feminino	Masculino
A	27	11	2	15	6	12	15
B	30	6	2	21	7	19	11

A 2ª série A da escola mostrou-se ser uma classe um tanto agitada, mas com alunos questionadores. Embora realizassem a maioria das atividades com muita dispersão, surgiram

momentos ricos de questionamentos e perguntas interessantes. Predominaram, nesta turma, alunos com idade de 16 anos, totalizando 55,6% do total de alunos da turma. Houve um índice elevado de faltas no decorrer do processo, e a frequência de participação foi em média de 40,7%, considerando todas as atividades.

Na 2ª série B da escola, as atividades transcorreram com mais tranquilidade, envolvimento e interesse dos alunos. O índice de frequência dos alunos foi de 20%, e predominaram alunos com idade de 16 anos, perfazendo 53,3% da turma. Se compararmos essas informações com as da turma A, podemos ver uma infrequência muito maior considerando todas as atividades, o que mais pesou para a frequência ter sido tão baixa, foi um incidente ocorrido no dia em que apliquei a estratégia metodológica de simulação computacional, quando um professor da escola deu um aviso equivocado aos alunos e como a aula nesse dia era no último período a maioria dos alunos da turma foi embora, como não foi possível transferir a atividade ela ocorreu com apenas 9 alunos.

A maioria das atividades desenvolvidas não ocorreu no período planejado, as interrupções no plano de aplicação foram frequentes devido a: reuniões de planejamento, conselho de classe, entrega de boletins e dias onde ocorreram avaliações de órgãos externos. Houve uma necessidade muito grande de pedir períodos para professores de outras disciplinas, para viabilizar a realização da investigação no prazo limite.

3.2. Planejamento do Diagnóstico Inicial

De acordo com as informações coletadas e fundamentados nos estudos sobre soluções, realizados através da revisão de literatura, elaborou-se um pré-teste (diagnóstico inicial) (Anexo A), para verificar as concepções alternativas dos alunos sobre o tema em questão, o qual se constituiu de questões abertas cujos objetivos são discriminados no quadro 3.1.

As questões do diagnóstico inicial foram elaboradas para fazer explicitar as concepções dos alunos sobre soluções e sobre o processo de dissolução em nível macroscópico e submicroscópico, antes das atividades de ensino. O instrumento foi aplicado aos alunos durante a aula de química e solicitado que os mesmos respondessem individualmente as questões propostas.

Surgiram diversas manifestações de atitudes entre os alunos: curiosidade, resistência, sátira, incertezas, desconfiança, entre outras. A maioria dos alunos, no entanto, realizou o diagnóstico inicial de forma cuidadosa. Foi notável a preocupação dos mesmos quanto à avaliação de suas respostas. Durante o diagnóstico, observaram-se alunos em conflito pelo fato de não conseguirem expressar suas idéias em relação às questões solicitadas, principalmente com relação às questões que exigiam uma interpretação submicroscópica, com manifestações como:

“Agora o que eu faço, não sei nada. Vamos ver isso em aula né professor?”(Aluno 1)

Quadro 3.1
Planejamento do Diagnóstico Inicial

Questões	Objetivos
Questões 1 e 2	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • As concepções dos alunos sobre o conceito de solução e dissolução. • A percepção dos alunos em relação às soluções como um sistema caracteristicamente homogêneo.
Questão 3	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> • As concepções dos alunos sobre a diferença entre o processo de dissolução do sal na água e do açúcar na água. • A percepção dos alunos em relação ao sal ser um composto iônico e o açúcar ser um composto molecular. • A evidência de concepções sobre interações entre partículas no processo dissolução.
Questão 4 e 6	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar as concepções sobre concentração e em relação à distribuição do soluto para mostrar o arranjo das partículas na solução.
Questão 5	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a percepção dos alunos em relação ao conceito de íons, a natureza da ligação iônica, a estrutura de compostos iônicos, dissolução de compostos iônicos e o arranjo dos íons na solução.

3.3. Planejamento das Atividades Propostas para o Ensino de Soluções, Visando à Evolução Conceitual

O resultado obtido, a partir da análise de dados do diagnóstico inicial, orientou a elaboração das atividades aplicadas em sala de aula, durante as situações de ensino. Foi planejado um total de cinco atividades, que sofreram alterações na medida em que os alunos manifestavam suas concepções. Foram planejadas para serem aplicadas duas por semana, quando da não ocorrência de eventuais problemas. A estratégia para o desenvolvimento das atividades foi baseada no processo de evolução conceitual, cujo objetivo foi construir através do conhecimento das concepções prévias dos alunos os conceitos relacionados às soluções e ao processo de dissolução. O quadro 3.2, relaciona os objetivos, sequência e instrumentos utilizados para a coleta de dados.

Essas atividades tinham a intenção de provocar nos estudantes reflexões sobre os conceitos químicos, desencadeando a elaboração de representações mentais.

Quadro 3.2
Atividades propostas visando à evolução conceitual de conceitos pertinentes ao tema soluções

Atividade	Objetivo	Sequência de atividades	Instrumento de coleta de dados
1	<ul style="list-style-type: none"> -Distinguir entre os sistemas materiais, as misturas homogêneas das misturas heterogêneas. -Interpretar a solução como uma mistura homogênea de substâncias, percebendo a homogeneidade como uma característica fundamental das soluções. -Elaborar o conceito de soluto e solvente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicitação das idéias iniciais do aluno, utilizando desenhos na lousa, promovendo através do mesmo discussões na qual, evidenciou o critério utilizado para a seleção do sistema como mistura homogênea e heterogênea. - Observação dos alunos de um experimento demonstrativo (misturado-se sal e água, areia e água), cuja finalidade foi construir o conceito de solução como uma mistura homogênea, bem como o de soluto e solvente. - Elaboração de um relatório sobre a atividade prática, no qual terão de relatar observado e discutir sobre os resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relatório da aula prática.
2	<ul style="list-style-type: none"> -Rever o conceito de solução. -Tomar conhecimento da existência das soluções: sólidas, líquidas e gasosas, segundo a natureza dos componentes. - Compreender aplicações e importância das soluções no cotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão do conceito de soluções por meio de discussões em grande grupo (aula no projetor multimídia), demonstração de vários exemplos. - Análise de dados referente a um conjunto de propriedades que caracterizam uma Solução, ilustradas através de slides. - Explicitação das idéias, sendo solicitado ao aluno que identificasse o soluto, solvente e o tipo de solução, de acordo com o estado de agregação dos componentes à medida que observava alguns sistemas materiais apresentados pelo professor, nos slides. 	

Atividade	Objetivo	Sequência de atividades	Instrumento de coleta de dados
2 (cont.)	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar a idéia de que a dissolução das substâncias está relacionada com as interações que ocorrem entre as partículas de soluto e do solvente, que entram em contato no processo de dissolução. - Entender o processo de dissolução, propondo um mecanismo de interação entre as partículas de sal e água e açúcar e água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Resolução de um problema, sendo que deveriam pesquisar sobre o soro caseiro, onde foi solicitado que eles propusessem um mecanismo de interação entre sal+água e açúcar+água. - Elaboração de desenhos (representações) e explicações, a nível submicroscópico, por parte dos alunos a respeito de uma situação, na qual, entram em contato: cloreto de sódio (sólido) e água, e açúcar e água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalho de resolução de problemas (soro caseiro).
3	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar uma simulação computacional para interpretar o processo de dissolução e também a solubilidade do sal na água. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de uma simulação computacional (site: www.mocho.pt), onde os alunos observaram a dissolução do sal em água e logo após simularam soluções observando assim a solubilidade do sal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relatório da atividade computacional.
4	<ul style="list-style-type: none"> - Reforçar o conceito de solubilidade, trabalhado na atividade de simulação computacional. - Elaborar a idéia de que a concentração da solução varia em função da quantidade das substâncias que formam as soluções. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de atividade experimental sobre a solubilidade do sal (sulfato de cobre) em água, realizada em pequenos grupos, sob orientação do professor, visando a elaboração do conceito de solubilidade, de concentração, soluções saturadas e insaturadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relatório da atividade experimental.
5	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar os conceitos. -Explicitar as relações estabelecidas entre os conceitos construídos. -Compartilhar significados no contexto das atividades propostas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do projetor multimídia, para a relação dos conceitos construídos, compartilhando com o grande grupo com discussões dos slides. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pós- teste.

Após três semanas de desenvolvimento das atividades, o diagnóstico final ou pós-teste (anexo B) foi aplicado na quarta semana, tendo como finalidade a verificação das concepções dos estudantes após o processo de ensino.

3.4. Descrição das Atividades

Atividade 1 - Caracterização das idéias a partir da diferenciação entre mistura homogênea e heterogênea. Construção do conceito de solução em nível macroscópico e introdução do nível submicroscópico das soluções.

Dada a dificuldade apresentada pelos alunos em conceituar solução, que caracterizavam como uma mistura de: “elementos, materiais, produtos, produtos químicos, átomos, moléculas”, a atividade objetivou a elaboração do conceito de solução como uma mistura homogênea de substâncias. Considerou-se que a idéia da homogeneidade pudesse desencadear reflexões posteriores sobre as possíveis interações que ocorrem entre o soluto e o solvente no processo de dissolução.

Para tanto, foi proposto aos alunos, uma primeira aula revisando tais conceitos teoricamente e logo após uma atividade prática demonstrativa, na qual observaram a formação de duas misturas (água+sal e água+areia), das quais, eles deveriam selecionar qual delas consideravam homogênea e qual heterogênea. Os alunos foram organizados no laboratório de química da escola de forma que todos pudessem observar o que professor realizava.

O experimento objetivou a percepção, por parte dos alunos, de que um sistema homogêneo poderia ser constituído por mais de um componente. Através de discussões, o professor sistematizou os conceitos de mistura de substâncias junto aos alunos, mediando a elaboração do conceito de solução como mistura homogênea de substâncias, assim como os de soluto e solvente. Os alunos refletiram sobre as idéias (conceitos novos) que foram desenvolvidos durante essa atividade e, sob orientação do professor, foram motivados a anotarem cada detalhe observado e elaborarem um relatório com o propósito de organizar o conjunto de significados conceituais construídos, explicando cada resultado observado. A atividade foi orientada de forma que justificando no relatório como sal e água se misturam e água e areia não, os alunos foram introduzidos ao processo de dissolução do sal na água em nível submicroscópico.

Atividade 2 - Aplicação dos conceitos de soluto, solvente na identificação das soluções em sólidas, líquidas e gasosas, bem como elaboração de representação submicroscópica para o processo de dissolução do sal e do açúcar na água.

A atividade foi desenvolvida em duas etapas, a primeira consistiu na revisão do conceito de solução. Pelo diagnóstico das aulas ministradas e da análise dos relatórios elaborados pelos alunos, pode-se observar que o conceito de átomo, molécula, elemento químico, substâncias (simples e composta) e misturas de substâncias ainda não estavam claros na visão dos alunos. Resolveu-se então, valorizar as dificuldades apresentadas pelos alunos e revisar os conceitos anteriores, através de slides utilizando o projetor multimídia, onde foram discutidos vários exemplos de todos os conceitos, aplicando-os na identificação de soluções sólidas, líquidas e gasosas.

Na segunda etapa foi proposto o problema do soro caseiro. No fim da aula foi entregue aos alunos um problema sobre a solução de soro caseiro (anexo C), valendo-se do método de resolução de problemas. Nesse problema foi solicitado para os alunos pesquisarem sobre como solução de soro caseiro é preparada, buscando as diferentes receitas para contextualizar o problema. Como segunda tarefa, os alunos teriam que propor um mecanismo de interação entre as partículas das substâncias que compõem da solução do soro, foram fornecidas algumas orientações e na última tarefa eles deveriam definir o processo que ocorria na formação da solução do soro caseiro. Com esse problema os alunos seriam introduzidos no processo de dissolução tanto em nível macroscópico quanto em nível submicroscópico.

Atividade 3 - Explorando a visão submicroscópica do processo de dissolução e construindo um modelo que justifique a dissolução como um conjunto de interações que ocorrem entre as partículas de soluto e solvente, bem como construção do conceito de solubilidade.

O pré-teste revelou que os alunos apresentam muitas idéias alternativas em relação ao processo de dissolução, relacionando-as ao que percebem ou, ao que associam às suas experiências do dia a dia, tais como: “separação de produtos, separação de misturas, quando uma substância se mistura em outra sem perder o sabor”, além de outras idéias relacionadas ao sentido da palavra desmanchar, remover. No relatório da primeira atividade entre as concepções

explicitadas a densidade foi muitas vezes citada como tentativa de justificar o porque de a areia não se dissolver. Entre suas explicações, surgiram idéias como:

“... Os grãos de areia são grossos e difíceis de dissolver.”

Do ponto de vista científico, para interpretar o processo de dissolução, é necessário que o aluno possua modelos e teorias que vão além dos aspectos perceptíveis. Aumentar o nível de compreensão submicroscópica do fenômeno de dissolução por meio da utilização do modelo científico (modelo particular da matéria) utilizando uma simulação computacional, foi um dos objetivos desta atividade. Outro objetivo, seguindo o mesmo ponto de vista, foi compreender submicroscopicamente o efeito da quantidade de soluto em uma certa quantidade de solvente construindo assim o conceito de solubilidade.

Para tanto, na sala de informática, os alunos em duplas receberam uma folha com roteiro da atividade (anexo D), na qual era possível encontrar duas questões após cada atividade, essas questões serviram para motivar a reflexão dos alunos sobre o que ocorria em nível submicroscópico no processo de dissolução do sal em água, e o que acontecia quando ocorria a variação da quantidade de soluto e solvente em uma solução. As perguntas também foram utilizadas de forma a organizar a seqüência da atividade, interpretar o processo de dissolução e solubilidade de acordo com os conceitos construídos nas atividades anteriores e mediar a construção do relatório dessa atividade, no qual teriam que explicar o processo de dissolução.

Atividade 4 – Construção do conceito de concentração, explorando a idéia de que a concentração de uma solução varia em função da quantidade das substâncias envolvidas no processo de formação dessa solução.

Dado que a maioria dos alunos ao tentar responder as questões do pré-teste que envolvia quantidades cometeu vários erros e demonstraram através de suas respostas que as concepções sobre concentração são totalmente equivocadas, essa atividade objetivou promover a compreensão, nos alunos, de que no processo de dissolução, existe certa quantidade de soluto, capaz de se dissolver em certa quantidade fixa de solvente. Esta proporção relativa entre as quantidades de soluto e solvente é conhecida como solubilidade, e que a razão entre as quantidades de soluto e o solvente pode variar e, como conseqüência, alterar a concentração da solução.

Planejou-se a atividade para ser desenvolvida em grupos de no máximo cinco alunos. Uma vez dispostos em equipes, os alunos receberam um roteiro de prática (anexo E), para o desenvolvimento do experimento proposto. Nesse experimento foram utilizados: o sal sulfato de cobre (CuSO_4) e água. Os alunos deveriam adicionar três diferentes quantidades do sal pré-pesadas em volumes diferentes de água em 3 tubos de ensaio, na mesma temperatura, até perceberem as diferenças na dissolução total do sal em cada tubo.

Em um primeiro momento, os alunos realizaram o experimento, discutiram e confrontaram suas opiniões. Houve a necessidade da intervenção do professor junto a cada equipe, auxiliando os alunos a organizarem suas idéias, refletirem sobre elas, além de motivar as discussões. Durante as intervenções do professor surgiram idéias interessantes, tais como: “... *O sulfato de cobre demora mais para se dissolver, porque ele é mais pesado.*”

Um fator explorado foi a idéia de que uma solução pode ser mais ou menos concentrada, dependendo da quantidade de partículas de soluto em relação à quantidade de partículas do solvente. Essa idéia foi elaborada, permitindo aos alunos observarem a dissolução de quantidades de sulfato de cobre em diferentes volumes de líquido. Pela coloração obtida nos sistemas, através das diferentes intensidades de coloração, o aluno poderia construir os conceitos de solução mais ou menos concentrada.

Conceitos alternativos do tipo: “solução mais forte”, “solução mais fraca”, foram percebidos durante as discussões que se estabeleceram. A atividade finalizou, com a solicitação aos alunos da realização das questões da folha de trabalho (anexo E), cujo objetivo foi avaliar a evolução da aprendizagem dos conceitos de concentração de solução e do conceito de solubilidade.

Após a aula, foi solicitado para os alunos relatassem suas observações e discutissem sobre as mesmas no relatório dessa atividade.

Atividade 5 – Revisão dos conceitos.

Nessa atividade o objetivo foi, através da utilização do projetor multimídia, revisar os conceitos importantes, promovendo questionamentos, para verificar de que forma o conjunto de conceitos desenvolvidos nas atividades anteriores foi estruturado pelos alunos.

Discussões foram motivadas, aproveitando as idéias de partículas que haviam surgido nas atividades anteriores. Retomaram-se alguns conceitos de interações atômicas e moleculares, tais como: a idéia de que os átomos apresentam núcleo e eletrosfera com partículas eletricamente carregadas e com a existência de forças atrativas (forças eletrostáticas) que os mantêm unidos (ligações químicas), formando as substâncias iônicas e moleculares. Para a retomada destes conceitos, foram utilizadas: apresentações gráficas no projetor multimídia, que auxiliou na representação das interações interatômicas.

As noções sobre interações moleculares também foram exploradas em termos de interações eletrostáticas, para tanto, foi apresentada uma figura, através de slides no projetor multimídia, ilustrando os cristais de cloreto de sódio (anexo F) sendo solvatados pelas moléculas de água foi apresentada, para que o aluno percebesse, com mais clareza, o arranjo ordenado devido às forças de atrações entre os íons (interações) existentes na formação do composto cloreto de sódio.

Uma vez motivados a refletir sobre os conceitos de interações eletrostáticas, tanto entre as partículas do soluto quanto entre as partículas do solvente. Uma figura ilustrativa (anexo G), representando as interações entre as moléculas de água e os íons sódio e cloreto, foi apresentada através de um slide que representava a dissolução do cloreto de sódio em água do ponto de vista submicroscópico, e também uma representação das interações entre açúcar e água (anexo H), logo após apresentou-se um slide que mostrava a diferença entre as interações do açúcar com água e sal com água (anexo I), os quais permitiram que os alunos comparassem seus pontos de vista após o desenvolvimento do trabalho, com os de um modelo científico.

Para aprofundar o conhecimento sobre as interações entre as partículas no processo de dissolução, também foi explicado utilizando slides, que a solução aquosa de cloreto de sódio dissociava-se em íons, tornando a solução condutora de eletricidade e a do açúcar não, por este último ser um composto molecular.

Não foi intenção dessa atividade aprofundar as idéias sobre soluções condutoras e não condutoras e sim elaborar a idéia de que, na dissolução, ocorrem interações entre as partículas de soluto e solvente de maneiras diferentes: separando partículas não eletrizadas e separando as partículas eletrizadas. Utilizando alguns exercícios, foi verificado se os alunos compreenderam o que foi explicado.

3.5. Planejamento, Aplicação do Diagnóstico Final e Análise das Concepções dos Alunos após o Processo de Ensino

Após o processo de ensino, foi aplicado, em aula, um pós-teste (anexo B), para que os alunos respondessem as questões individualmente. A elaboração do pós-teste baseou-se nas atividades desenvolvidas durante o processo de ensino. Os objetivos de cada questão proposta no diagnóstico final estão descritos no quadro 3.3.

Quadro 3.3
Planejamento do pós-teste

Questões	Objetivo das Questões
Questão 1	Verificar se o aluno construiu o conceito de solução como uma mistura homogênea de substâncias.
Questão 2	Verificar se o aluno construiu o conceito de dissolução, justificando a dissolução como um conjunto de interações entre as partículas, soluto/solvente.
Questão 3 e 4	Verificar se o aluno: <ul style="list-style-type: none"> • Foi capaz de compreender que o sal é um composto iônico e o açúcar é um composto molecular, e que devido a isso as interações ocorrem de forma diferente com a água. • Conseguiu elaborar um mecanismo explicativo de interação de forma eletrostática para o sal e água, e por ligação de hidrogênio entre açúcar e água.
Questão 5	Verificar se o aluno: <ul style="list-style-type: none"> • Foi capaz de relacionar a concentração de uma solução em função da quantidade de partículas, e que a mesma depende não só da quantidade de soluto, mas também da quantidade de solvente. • Foi capaz de elaborar uma representação submicroscópica levando em consideração a dispersão das partículas de soluto.

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados obtidos foi realizada de forma a verificar como evoluem os modelos explicativos dos alunos em relação ao conceito de solução e do processo de dissolução, considerando um conjunto de interações entre as partículas constituintes do (soluto/solvente) na formação de uma mistura homogênea de substâncias.

Em cada etapa da investigação, o olhar voltou-se para a construção de noções submicroscópicas dentro do tema, as quais foram abordadas através de situações de ensino estruturadas, para que os alunos pudessem refletir sobre suas idéias, retomando-as em níveis diferentes de conceitualização.

A análise dos dados focalizou-se na perspectiva da evolução conceitual dos modelos explicativos dos alunos de acordo com seguintes fases:

- Análise das concepções iniciais dos alunos.
- Análise das concepções dos alunos após intervenção pedagógica.

Após apresentação, análise e discussão das características dos modelos explicativos dos alunos, nestas duas fases, procurara-se validar as estratégias metodológicas utilizadas no processo de ensino.

A verificação das concepções iniciais contou com 43 alunos participantes, e os resultados obtidos orientaram a elaboração das situações de ensino desenvolvidas no estudo.

Na análise da evolução conceitual, foram considerados os alunos que participaram de todas as etapas do processo que constou de: onze alunos da 2ª série A e seis alunos da 2ª série B, totalizando 17 alunos no total.

4.1. Análise das concepções iniciais dos alunos

Para analisar o entendimento dos alunos sobre os aspectos macro e submicroscópicos relativos à solução, foi necessário conhecer as concepções prévias que tinham sobre o tema. Estas foram extraídas das definições espontâneas e individuais, por meio das questões propostas no pré-teste (anexo A), aplicado antes do processo de ensino.

A variabilidade de concepções apresentadas dificultou a construção das categorias de análise. Após sucessivas leituras, elaboraram-se, *a posteriori* as categorias iniciais, nas quais as

concepções dos alunos foram enquadradas conforme sua regularidade, podendo um mesmo aluno apresentar mais de um tipo de concepção para uma mesma resposta.

Uma vez obtida a classe de categorias, as mesmas foram de acordo com o interesse da pesquisa, focalizadas nos aspectos:

I- Concepções dos alunos sobre o conceito de solução.

II- Concepções dos alunos sobre o conceito de dissolução.

- Idéias relativas às interações entre soluto/solvente.

III- Idéias relativas sobre a diferença entre dissolução do sal e do açúcar na água.

- Modelos explicativos relativos à diferença no processo de dissolução de ambas as substâncias.

IV- Idéias sobre o arranjo das partículas em solução e os conceitos de concentração dependendo da quantidade de solvente e de partículas de soluto.

- Percepção e reconhecimento do arranjo das partículas de soluto na solução.

- Identificação de uma substância iônica

- Percepção e reconhecimento da separação de íons em solução.

É importante ressaltar que nessas categorias de análise se enquadram as questões do pré-teste, conforme o quadro 4.1.

Quadro 4.1

Relação das categories de análise com as questões do pré-teste

Categoria	Questões
I- Concepções dos alunos sobre o conceito de solução	1
II- Concepções dos alunos sobre o conceito de dissolução.	2
III- Idéias relativas sobre a diferença entre dissolução do sal e do açúcar na água.	3
IV- Idéias sobre o arranjo das partículas em solução e os conceitos de concentração dependendo da quantidade de solvente e de partículas de soluto.	4,5 e 6

4.1.1. Categorias de Análise

I - As Concepções dos Alunos em Relação ao Conceito de Solução

Verificou-se, através da escrita livre, o que entendiam sobre soluções.

As concepções foram agrupadas em categorias conforme a tabela 4.1.

Tabela 4.1
Concepções iniciais dos alunos sobre o conceito de solução

Categoria (não exclusiva)	Frequência de respostas		
	2ª série A n=22	2ª série B n=21	Total de alunos N=43
Solução associada à:			
A - Mistura	15	11	26
B - A idéia de substância	0	1	1
C - A idéia de elemento químico	0	2	2
D - Outros	4	7	11
E - Não respondeu/não sabe	4	2	6

Pela análise da TAB. 4.1, a maioria (60,5%) associou a idéia de solução a uma “mistura”.

Outras palavras também ocorreram para caracteriza-la, tais como: “união”, “junção”.

Exemplos:

“União de dois elementos.”

“É uma mistura de alguma coisa com outra coisa Ex: sal + água = salmora.”

“Solução é a junção de dois ou mais elementos. Não tenho certeza.”

“Para mim, soluções é o resultado de algumas misturas de certos produtos ou componentes.”

Houve regularidade entre as turmas quanto à explicitação deste tipo de concepção. Ocorreu uma variedade de expressões para caracterizar os componentes de uma mistura e a própria mistura, tais como: “coisas”, “algo”, “elementos”, “produtos químicos”, “átomos”, “moléculas”, “substâncias”, “composto químico”. Isto sugere que o aluno não tinha claro para si a diferença entre uma substância, átomo, molécula.

Segundo Driver et al. (1995), existe uma tendência dos alunos considerarem todo material como substância e, quando não, apresentam mais facilidade de reconhecerem as misturas heterogêneas do que as misturas homogêneas. Os autores recomendam que se utilize, desde cedo, o termo substância pura ou simplesmente substância para facilitar a compreensão dos conceitos de mistura e substância.

Nenhum aluno empregou as palavras homogêneo ou heterogêneo em qualquer forma de resposta, bem como formação de fase. Somente dois alunos da 2ª série B chegaram o mais

próximo do conceito cientificamente adequado, associando soluções como uma mistura de duas ou mais substâncias.

Dentro da categoria “outros” sete alunos, ou seja, 16,3% das concepções associaram solução ao sentido da palavra, como a resolução de problema e não no sentido químico do conceito, talvez por não terem lido a questão de forma adequada ou por não conhecerem realmente o conceito químico de solução. Exemplos de respostas obtidas:

“Entendo que soluções são algumas respostas para alguns problemas que temos que resolver.”

“Resultado de um determinado problema, no qual temos dúvida.”

“Solução é quando conseguimos resolver algo”

“Quando você consegue chegar a um lugar exemplo: Solução de um problema.”

O restante, quatro alunos (9,3%), associaram soluções com outros conceitos, tais como:

“Seria como a forma química do produto.”

“Quando algum esquema químico é definido.”

II- Concepções dos alunos sobre o conceito de dissolução.

As concepções a respeito do conceito de dissolução se apresentam conforme a tabela abaixo (TAB. 4.2).

Tabela 4.2
Concepções iniciais dos alunos sobre o conceito de dissolução

Categoria (não exclusiva)	Frequência de respostas		
	2 ^a série A n=22	2 ^a série B n=21	Total de alunos N=43
Dissolução associada à:			
A – Dissolver	14	6	20
B – A idéia de separação	1	8	9
C – A idéia de reação química	1	2	3
E – A idéia de mistura somente	1	1	2
D – Outros	1	1	2
E – Não respondeu/não sabe	4	3	7

Pela análise da TAB. 4.2, percebeu-se para o conceito de dissolução que as concepções de ambas as turmas já não são regulares, viu-se que em cada turma houve perfil diferenciado de

respostas, por exemplo, para categoria A com relação à 2ª série A foi a que os alunos mais associaram, mas com relação a 2ª série B a categoria B foi a mais associada.

Quase metade dos alunos (46,5%) relacionou dissolução com a palavra dissolver, desse total, 70% eram alunos da 2ª série A. Outros verbos também ocorreram para caracterizar o fenômeno, e foram: “desmanchar”, “diluir”, “desfazer”, “misturar”.

“É quando um elemento se desmancha ao ser misturado c/ outro.”

“É quando numa solução o componente utilizado se desmancha.”

“É a mistura de duas substâncias uma líquida e outra sólida. Uma dissolve a outra.”

Houve regularidade entre as turmas quanto à explicitação deste tipo de concepção. Segundo Blanco e Prieto (1997), os alunos vêem a dissolução como o resultado de uma ação externa sobre o sistema, tais como: agitar, misturar ou mesmo aquecer.

O termo diluir ocorreu como sinônimo de dissolver e se mostrou somente entre os alunos da 2ª série A (3 alunos). É possível que estes sejam termos que façam parte de um conjunto de idéias familiares a eles, e são empregados de forma incoerente. É muito comum, no contexto social, a utilização da palavra diluir como sinônimo de dissolver, como por exemplo:

“É a substância que pode ser diluída.”

“Dissolução é diluir algo ou misturar. Um exemplo é a dissolução do sal na água.”

“Por algo que possa ser diluído por qualquer coisa líquida.”

Blanco e Prieto (1997) apontam que se o entendimento do fenômeno de dissolução não está bem estabelecido, idéias preexistentes do cotidiano poderão derrubar as interpretações fornecidas nas aulas.

Muitos alunos fizeram relação à ação do líquido na dissolução, mesmo sem haver citação de soluto e solvente, isso demonstra que os alunos mesmo nunca tendo visto tal conceito em aula, conseguiram expressar explicações que mais se aproximaram ao fenômeno de dissolução, apesar de não citarem a interação soluto/solvente propriamente dita. Os alunos utilizaram nas explicações vários termos fora do contexto e de forma equivocada, alguns exemplos já foram dados, outros seguem abaixo:

“Dissolução, para mim é uma coisa sólida que se desfaz no líquido. Ex: Gelo na água se dissolve.”

“Alguma coisa que seja dissolvida em algum líquido.”

O mais interessante foi verificar que alguns alunos, ou não definiram o conceito de dissolução ou o definiram inadequadamente, mas utilizaram exemplos corretos do processo de dissolução para explicitar seus raciocínios, como os que seguem:

“Dissolução é diluir algo ou misturar. Um exemplo é a dissolução do sal na água.”

“Exemplo: Se num copo com água colocarmos açúcar, para mim isso é a dissolução do açúcar.”

Outro ponto importante que se deve destacar é o de que muitos estudantes, assim como no conceito de solução caracterizam os componentes como substâncias, compostos, elementos químicos, e ainda por explicarem inadequadamente o conceito de solução, o utilizarem na explicação da dissolução, como por exemplo:

“É uma solução que se dissolve em água.”

Em vista desses resultados expostos até aqui, é possível inferir que os alunos se apropriem de alguns termos na tentativa de explicitar suas concepções que, nem sempre, traduzem o que realmente estão pensando. Outro fator decorre do uso de uma linguagem associada às suas experiências do cotidiano que, por apresentarem certa similaridade com o fenômeno, acabam sendo incorporadas para justificá-los.

A segunda categoria que obteve mais associações com 20,9%, foi à idéia de separação, desse total, 88,9% foram alunos da 2ª série B, talvez essa associação possa ter ocorrido, pelo fato dessa questão vir logo após a de soluções e muitos pensarem que dissolução é o contrário de mistura. Aqui também como veremos, foi utilizado para identificar os componentes as mais diversas expressões, alguns exemplos seguem abaixo:

“Separar uma mistura ex: água-sal.”

“Separação de produtos.”

“É a separação dos elementos.”

“É o contrário da solução ao invés de junta separa os elementos.”

“É a divisão de certos elementos, formado por dois ou mais elementos da tabela periódica.”

Alguns alunos se referiram a expressão separação como um processo físico.

“A separação de duas substâncias, ou mais. Como separar areia e sal por exemplo.”

Na categoria outros, as duas respostas que apareceram foram:

“Para mim é como se fosse uma mudança de estado físico, como um gelo derretendo.”

“Dissolução é a dissociação de um elemento com outro, eu acho.”

Segundo Ebenezer e Erickson (1996), alguns alunos usaram o termo “derreter” para explicar o que ocorria com o soluto no processo de dissolução. Os autores citam que em uma de suas entrevistas, uma aluna comparou a dissolução do açúcar ao que ocorria, quando uma criança chupava um pirulito. Acreditava que se o “pirulito derretia na boca”, o açúcar também derreteria na água para dissolver.

Os alunos apresentaram muitas dificuldades para expressarem suas idéias, e segundo Prieto et al. (1989), isto pode residir na dificuldade apresentada por eles para explicarem o que realmente está acontecendo. Concordou-se com os autores, pois muitas das respostas que surgiram apenas faziam referência à dissolução com expressões do tipo: *“dissolver é dissolver”*.

Estes dados corroboram os de outro estudo realizado por Blanco e Prieto (1997), no qual os alunos, para explicarem o fenômeno da dissolução, comentavam:

“isto dissolve”.

Os autores apontam que para os alunos progredirem no sentido de explicarem o fenômeno de acordo com as idéias científicas, é preciso conhecer e utilizar o modelo de matéria que inclui as idéias de movimento e interações entre as partículas.

III- Idéias relativas sobre a diferença entre dissolução do sal e do açúcar na água.

Conforme os dois itens anteriores, as categorias aqui apresentadas também se basearam nas concepções manifestas pelos alunos por meio de escrita livre e exemplificações espontâneas. As concepções foram separadas em aspectos macroscópicos, ou seja, percebidos pelos nossos sentidos e aspectos submicroscópicos, ou seja, se o aluno explicou a diferença ou a igualdade do processo em algum nível atômico e molecular. A TAB. 4.3 apresenta os dados obtidos das manifestações dos alunos.

Tabela 4.3
Concepções dos alunos quanto a diferença da dissolução do sal e açúcar na água

Categoria (não exclusiva)	Frequência de respostas		
	2ª série A n=22	2ª série B n=21	Total de alunos N=43
A – Há diferença,			
• Aspecto macroscópico	17	11	28
• Aspecto submicroscópico	0	0	0
B – Não há diferença			
• Aspecto macroscópico	2	3	5
• Aspecto submicroscópico	0	0	0
D – Outros	0	1	1
E - Não respondeu/não sabe	3	6	9

Através das concepções manifestadas pelos alunos em suas explicações, conforme se apresenta na TAB. 4.3, 79,1% dessas concepções denotaram uma visão macroscópica do processo de dissolução, isso levando em consideração todas as categorias analisadas. Consideraram-se, como macroscópicas, as concepções nas quais os alunos não faziam referência alguma a partículas e submicroscópicas quando havia alguma referência. Dentre as concepções macroscópicas, 65,1% responderam que há diferença e para essa categoria, 32,1% das respostas associavam a diferença de dissolução pelo sabor, sendo deste total 66,7% da 2ª série B, que se caracterizaram pelas expressões:

“A dissolução do sal na água, deixa a água salgada e ao açúcar na água faz com que a água fique docê.”

“O processo de mistura dos dois é igual mas um a água fica doce e o outro a água fica salgada.”

“Na minha opinião o açúcar demora mais p/ se dissolver e com isso a água fica mais viscosa. E para mim a dissolução do sal na água, a água fica salgada.”

“Sal na água fica salgada, no açúcar forma-se uma solução doce.”

Nessas duas últimas, além de dizer o mesmo que as anteriores os alunos adicionaram em suas explicações duas expressões relacionadas aos conceitos de viscosidade e de solução.

Outras explicações (39,3%) para a diferença, dentro na mesma categoria, focalizaram que o sal se dissolve na água enquanto o açúcar não. O emprego dos verbos misturar, desmanchar e dissolver, também ocorreu durante as explicações para justificar o processo de dissolução exemplificadas com expressões do tipo:

“O sal se demancha na água e o açúcar não.”

“A diferença é que o sal se dissolve completamente, e o açúcar não.”

“O sal se dissolve na água, o açúcar não se dissolve.”

“O sal se dissolve o açúcar se mistura.”

Ainda dentro nessa categoria o restante 28,6%, responderam que o açúcar é que se dissolve enquanto o sal não, nessas respostas houve emprego dos verbos misturar e dissolver, como por exemplo:

“O açúcar se dissolve por total e o sal não.”

“O sal não se dissolve em água pois eles não se misturam.(Duas soluções)-O açúcar se dissolve em água pois ele se mistura com a água e se transforma em uma só solução.”

“Quando dissolvemos o sal na água eles não se misturam nunca. E o açúcar sim, formando uma só solução.”

Estes dados parecem indicar que alguns alunos não ultrapassaram a barreira do concreto, não transitando da ação para um modelo explicativo de abstração. Concepções alternativas surgiram para explicar o que ocorria ao sal e ao açúcar no processo de dissolução, tais como: “desaparece/some”, “é incolor”.

Também foram manifestadas idéias de que o sal e o açúcar não eram solúveis sendo apontado, por vários alunos, que esses materiais se depositavam no fundo do recipiente, e também idéias de que um ou outro se dissolvia mais rápido, como por exemplo:

“O sal some se dissolve, e o açúcar não fica no fundo do recipiente.”

“A dissolução do sal é mais rápida do que a do açúcar na água.”

Ficou evidente, através das respostas dos alunos, o fato de pensarem que o açúcar é menos solúvel que o sal. Tal fato pode novamente estar ligado às percepções ou às experiências cotidianas, as quais apreciam no seu dia-a-dia o sal como um produto refinado, o que pode ter influenciado nas interpretações relativas ao processo de dissolução.

Para a categoria B, houve somente 11,6% de manifestações, sendo que se destaca entre elas a que segue:

“Eu acho que não existe nenhuma diferença, pois em olho nu, todos somem na água.”

O que novamente remete ao que já foi discutido anteriormente.

De acordo com a tabela, não houve, por parte dos alunos, menções a respeito da natureza das partículas constituintes das substâncias e muito menos dos tipos de ligações entre elas que pudessem evidenciar o reconhecimento das diferenças entre sal e açúcar em nível submicroscópico. Segundo Echeverria (1993), os alunos não chegarão a este nível, a menos que o ensino medie essa aproximação. De fato, é muito difícil para o aluno estabelecer relações conceituais, uma vez acostumados a um ensino que não promoveu a reflexão e a extrapolação dos conceitos para novas situações. Pode-se perceber que tanto a visão contínua da matéria quanto à característica das explicações dos sistemas estão ligados aos aspectos perceptíveis, ou seja, naquilo que eles podem ver e em experiências de seu cotidiano.

IV- Idéias sobre o arranjo das partículas em solução e os conceitos de concentração dependendo da quantidade de solvente e de partículas de soluto. (concepções submicroscópicas)

As concepções a respeito da concentração das soluções e da dispersão das partículas de soluto em solução foram explorados por meio de representações das respectivas soluções em nível submicroscópico, questões 4 e 6 do pré-teste (anexo A). A questão 4 foi inserida no pré-teste como uma introdução ao nível submicroscópico, de maneira a verificar suas concepções com relação à concentração (contagem de partículas de soluto) em um mesmo volume e também verificar se possuíam a noção de como as partículas de soluto estão distribuídas em solução. A questão 6 foi escolhida, por apresentar uma exigência aos alunos de considerarem que a concentração varia tanto com a quantidade de soluto adicionada quanto com a quantidade de solução, verificando assim como concebem a concentração de uma solução, e também verificar suas concepções com relação ao arranjo das partículas em solução.

As percepções dos alunos com relação ao conceito de íons, a natureza da ligação iônica, a estrutura de compostos iônicos, dissolução de compostos iônicos, e o arranjo dos íons na solução, foram exploradas com a questão 5, na qual os estudantes deveriam representar em nível submicroscópico as partículas de brometo de potássio em solução aquosa em qualquer concentração da solução.

Todas essas questões, bem como o modelo de análise das mesmas, foram apoiados no estudo de Devetak et al. (2008) e se apresentam conforme os gráficos e tabelas que seguem (GRAF. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4).

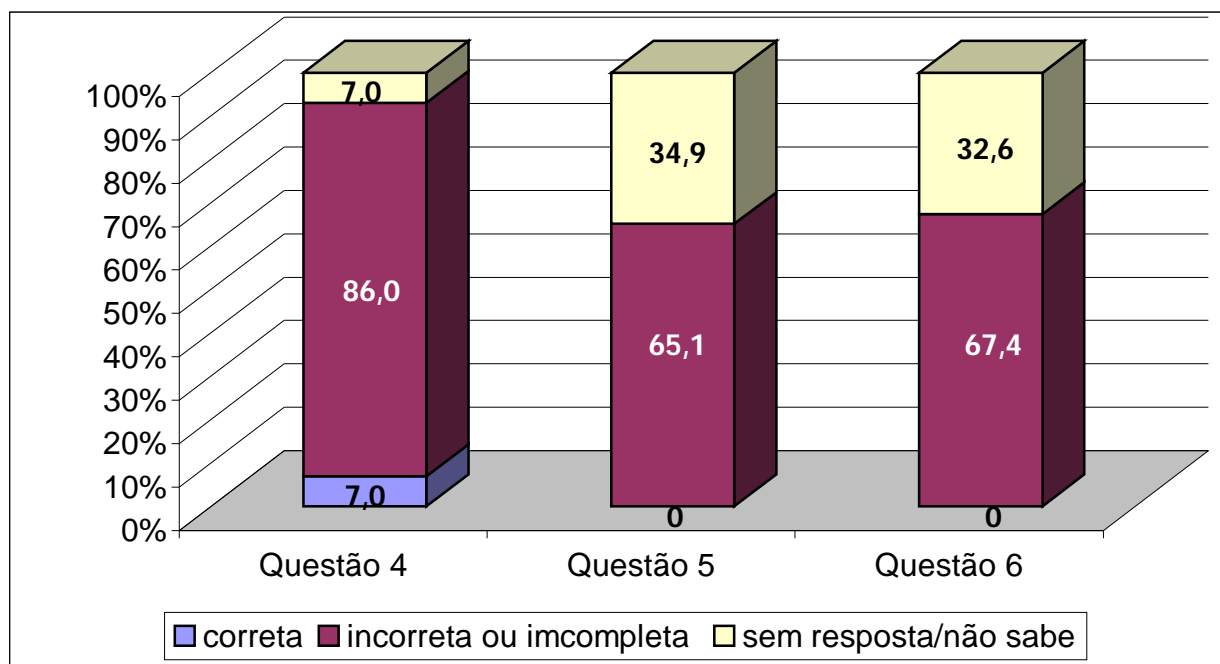


Gráfico 4.1. Resultado da análise relacionando as três questões com o total de alunos

No gráfico 4.1 é mostrado o resultado da análise considerando o desempenho dos alunos no geral, ou seja na totalidade das questões, sem especificar os itens e alternativas de cada questão. Considerando como correta a resposta do aluno que se enquadrou em todos os requisitos, tais como: fez uma representação submicroscópica (RSM)⁹ adequada, bem como conseguiu apresentar uma correta proporção numérica das partículas e seu arranjo aleatório em solução. Considerou-se como incorreta ou incompleta qualquer resposta que não contemplasse os requisitos propostos. De acordo com o GRAF.4.1, os alunos obtiveram mais sucesso em resolver a questão 4 em comparação com as outras questões, uma explicação para isso pode ser o fato de que as questões 5 e 6 envolvem um grau de percepção submicroscópico e de raciocínio proporcional bem maior. Pode-se verificar também, quanto maior o requisito da percepção submicroscópica da questão, maior a quantidade de estudantes que não conseguem respondê-la.

⁹ Toda a vez que aparecer (RSM) no texto entenda-se por representação submicroscópica.

Também foram feitas análises mais específicas de cada questão e os resultados se encontram nos gráficos 4.2, 4.3 e 4.4 a seguir:

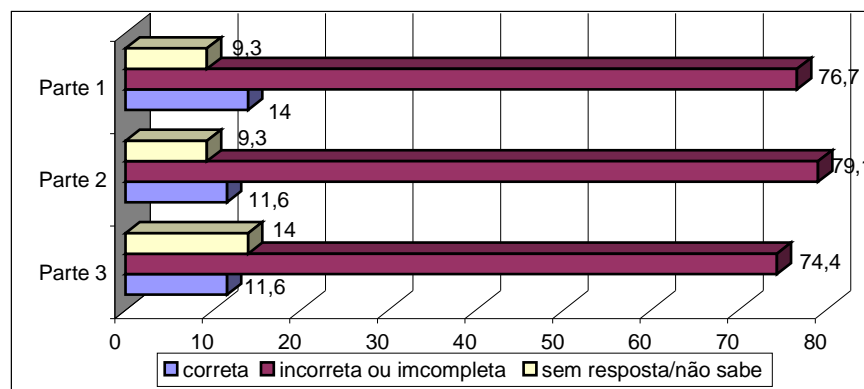


Gráfico 4.2: Análise detalhada das respostas dos alunos com relação a cada parte da questão 4

Para resolver questão 4 corretamente, segundo Devetak et al. (2008), “é fundamental o estudante entender o enunciado da questão e ter conhecimento de alguns conceitos matemáticos básicos como proporção e habilidade de raciocínio proporcional”, ainda de acordo com esses autores, “os estudantes precisam considerar duas variáveis (o correto número de partículas de soluto e seu arranjo na solução)”.

Dentre as respostas dos alunos, de acordo com o correto número de partículas, variou da primeira a última parte do problema (parte 1, 86%, parte 2, 69,8% e parte 3, 58,1%). Esses resultados de acordo com (Devetak e colaboradores, 2008), podem ter ocorrido para a primeira parte, pois os estudantes podem não ter lido o enunciado cuidadosamente, enquanto que aqueles que deram a resposta errada na segunda ou terceira parte, provavelmente não desenvolveram adequadamente um raciocínio de proporções.

Como é possível verificar no gráfico acima, muitos dos estudantes que forneceram o correto número de partículas na solução, fizeram a (RSM) errada delas (arranjo incorreto das partículas de soluto). Os resultados mostram que 14% dos estudantes fizeram a RSM correta para a primeira parte da questão e 11,6% na segunda e na terceira partes.

A análise das RSM dos estudantes mostrou que assim como no estudo de Devetak e colaboradores, (2008), o equívoco mais comum sobre o arranjo das partículas em solução (fig.1): 48,8% dos estudantes fizeram a representação ordenada das partículas de soluto em solução na primeira parte da questão 4, 51,1%, na segunda e 53,5% para a terceira parte.

Pode-se concluir dos resultados que os estudantes possuem maiores dificuldades em estimar o correto número de partículas na segunda e terceira partes da questão, eles comentam também que os alunos se focam em contar partículas, não prestando atenção no seu arranjo em solução (Devetak e colaboradores, 2008). Concorde-se com o pesquisador, já que se verifica claramente isso com os resultados ultrapassando 50% das respostas.

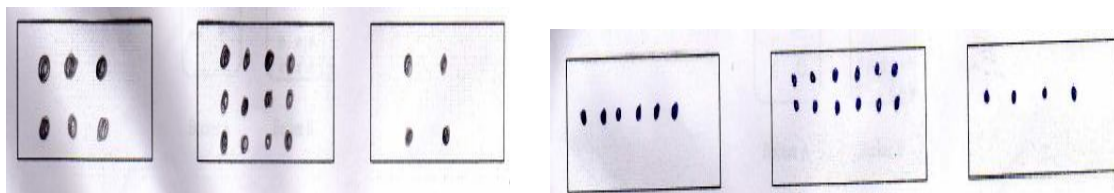


Figura 1 – RSMs de estudantes, mostrando as concepções alternativas com relação ao arranjo das partículas em solução.

Ainda segundo Devetak e colaboradores, (2008), “é possível inferir que aqueles estudantes que não responderam a questão são incapazes de imaginar a solução em nível submicroscópico (parte 1 e parte 2, 9,3% e parte 3, 14%)”.

Os dados da análise foram mostrados levando em consideração o total geral, uma vez que ambas as turmas obtiveram dados semelhantes.

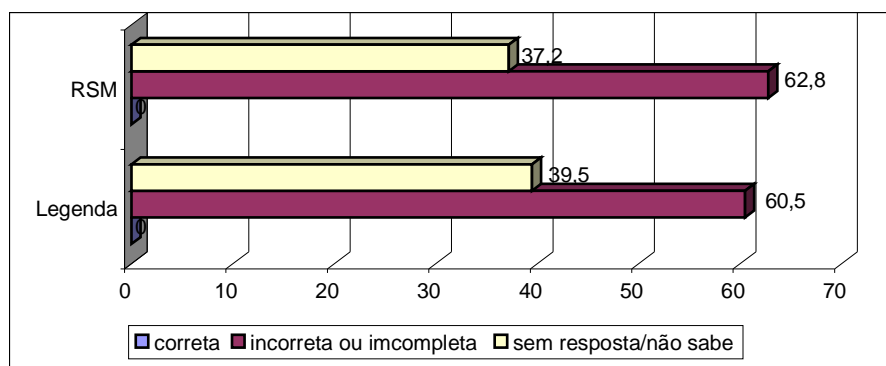


Gráfico 4.3: Análise detalhada das respostas dos alunos com relação a cada parte da questão 5

Com relação à questão 5, “estudantes precisam possuir conhecimento do conceito de íons, a natureza da ligação iônica, a estrutura de cristais iônicos, dissolução de cristais iônicos, e arranjo de íons na solução de maneira a resolver corretamente a questão” Devetak et al. (2008).

A análise das respostas dos estudantes com relação às suas concepções “representacionais submicroscópicas” (RSMs), obteve como resultados de acordo com o gráfico 4.3, o que segue:

para 62,8% das respostas o esquema estava equivocado, enquanto 37,2% dos estudantes não responderam e nenhuma resposta correta.

Agora será exposto alguns dos típicos equívocos nas representações dos alunos, tais como:

- 1- As partículas em solução aquosa foram desenhadas como moléculas de brometo de potássio (7,0%), sendo todas as respostas advindas da 2ª série B. (Figura 4.2)
- 2- Alunos não souberam interpretar o que era solicitado ou parece que não leram com atenção, pois desenharam a visão macroscópica ou tentaram abstrair a visão submicroscópica, não conseguindo (14%). O mais interessante foi verificar suas explicações nas legendas. (Figura 4.3)
- 3- O brometo de potássio em solução foi mostrado na forma separada, mas com o tamanho dos átomos incorreto (37,2%), desses 75% não simbolizaram as partículas por bolinhas, sendo a maioria da 2ª série A. (Figuras 4.4 e 4.5)
- 4- Somente 2,3% dos alunos levaram em consideração o tamanho dos átomos.
- 5- 11,6% dos alunos mostrou as partículas do brometo de potássio separadas em diferente proporção entre Br^- e K^+ , demonstrando que não possuem conhecimento sobre estrutura de compostos iônicos. (Figura 4.5)
- 6- 27,9% dos alunos tiveram necessidade de desenhar um copo, dentro do quadro fornecido para explicitar o esquema, de forma a conseguir se expressar. (Figura 4.3)

Outro tópico também avaliado nessa questão foi a legenda, na qual os alunos deveriam identificar as partículas que utilizaram. De acordo com a análise dos dados da questão, não houve nenhum aluno que expressou corretamente a legenda, fornecendo o símbolo para cada partícula bem como seu respectivo nome, alguns expressaram um e se esqueceram do outro, com relação aos nomes nenhum aluno os identificou. Apresentações incompletas ou incorretas da legenda foram de 60,5%, enquanto o restante 39,5% não apresentaram a mesma conforme o gráfico 4.3.

Esses equívocos indicam que os estudantes não leram as instruções com atenção suficiente, ou não estão acostumados a fazer legendas para explicar suas representações.

Abaixo constam algumas figuras das representações dos alunos para exemplificar os típicos equívocos ocorridos, bem como suas respectivas legendas:

Representações equivocadas dos alunos

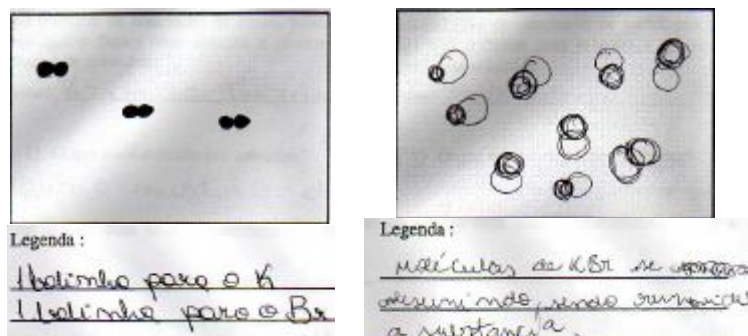


Figura 4.2.

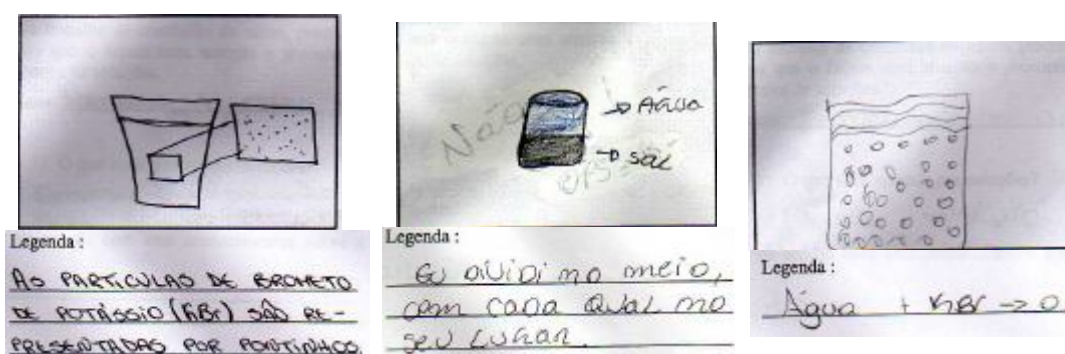
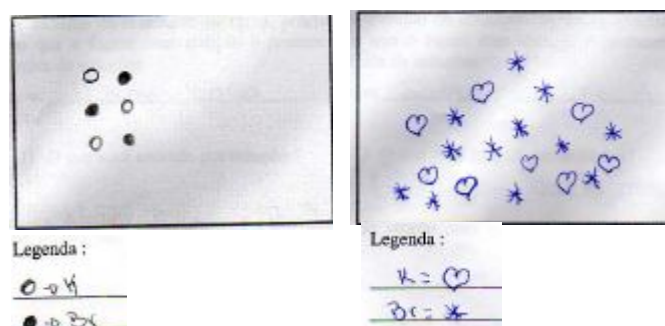


Figura 4.3.



Figuras 4.4. e 4.5

Todos esses equívocos segundo Devetak et al. (2008), “se devem principalmente aos professores que não enfatizam a importância dos nomes corretos dos átomos, íons e moléculas das substâncias e apresentam aos alunos exemplos equivocados”. O pesquisador também cita que os professores deveriam possuir uma comunicação mais cuidadosa e consistente durante as aulas com os alunos. Concorda-se com o autor, já que muitas vezes os professores são levados pela tentativa de se aproximar dos alunos através de uma linguagem mais desprovida de palavras

científicas e acabam afastando o aluno do conceito científico tão importante para a continuidade dos estudos e compreensão de outros fenômenos.

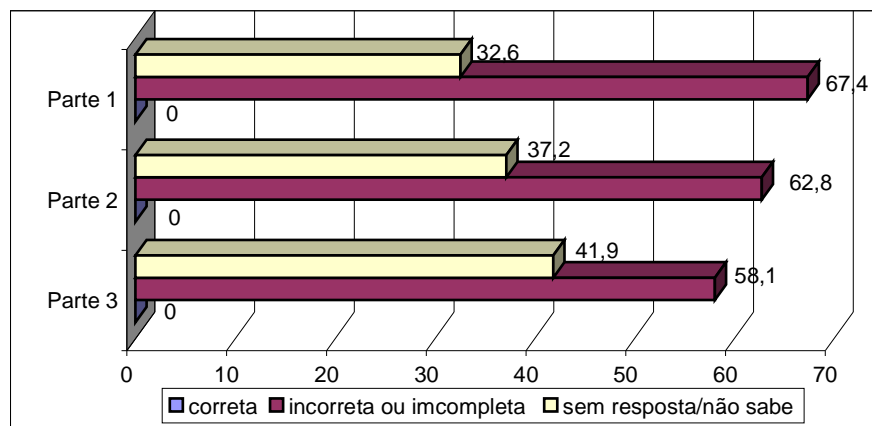


Gráfico 4.4: Análise detalhada das respostas dos alunos com relação a cada parte da questão 6

Analisando o gráfico 4.4, referente à questão 6, pode-se verificar que esses resultados são mais pobres se comparados com os da questão 4¹⁰, uma vez que somente 2,3% dos alunos conseguiram responder corretamente a primeira parte da questão, enquanto que para as outras partes nenhum aluno conseguiu, é notável também o crescimento no decorrer das partes para a categoria sem respostas ou não sabe, desistência de quase 10% dos alunos com relação a primeira.

Utilizando o mesmo referencial Devetak et al. (2008), o qual cita “para resolver essa questão adequadamente, os estudantes precisam levar em conta duas variáveis: concentração de soluto e volume de solução, comparando a concentração da solução nos três itens.” Ainda segundo o mesmo pesquisador tem-se que: “A correta solução para a RSM, deve mostrar que as partículas são apresentadas em correta razão numérica devendo possuir um arranjo aleatório.” Ainda para a análise dos resultados desse trabalho, foi considerada correta a questão que além de conter esses dois pré-requisitos, deve também possuir uma explicação adequada para a RSM em conceitos.

Com isso, obteve-se o resultado da análise da RSM, o qual revelou que o número de partículas expresso corretamente em diferentes concentrações considerando somente os alunos

¹⁰ Compara-se com a questão 4, uma vez que elas são parecidas quanto avaliação, pois as duas envolvem número de partículas e arranjo das mesmas, sendo a única diferença esta no raciocínio, onde, para se resolver a questão 6 é necessário levar em consideração o volume entre os beakers o qual não é o mesmo.

que responderam a questão, foram os seguintes: parte 1, 75%, parte 2, 66,7% e parte 3, 48%. Uma explicação para essa diminuição da parte 1 à parte 3, através da análise das respostas dos alunos, foi que o equívoco mais comum cometido por eles foi não terem levado em consideração o volume da solução, apenas relacionaram a concentração dependente do número de partículas. Outra possível explicação referente a essa diminuição refere-se aos alunos não terem prestado atenção ao que se solicitava, já que alguns insistiram em manter o mesmo número de partículas da parte 1 à parte 3, ou ainda podem não possuir um conhecimento adequado relacionado a raciocínio de proporção e também ter se confundido, invertendo a quantidade das partículas no becker B, em relação ao becker A.

Quando os alunos precisam lidar com duas variáveis o (volume e quantidade), a porcentagem das representações corretas cai significativamente (parte 1, 17,9%, parte 2, 7,4% e parte 3, 0%), sendo importante ressaltar que esses resultados se referem somente a 2º série A, pois com relação à 2º série B nenhum aluno representou corretamente o número de partículas. Isso leva a conclusão segundo Devetak et al. (2008), “que os alunos possuem dificuldade em pensar proporcionalmente, quando resolvem esse tipo de questão”.

Assim como na questão 4, mais de 20% dos alunos cometeram o equívoco de representar o arranjo das partículas de soluto em solução aquosa de maneira ordenada (parte 1, 25,6%, parte 2, 20,9% e parte 3, 23,3%), um exemplo segue na Figura 4.6. A razão para tal porcentagem de equívocos nessa questão ser menor que na questão 4, pode estar relacionada com a grande porcentagem de alunos que não responderam ou não sabiam essa questão.

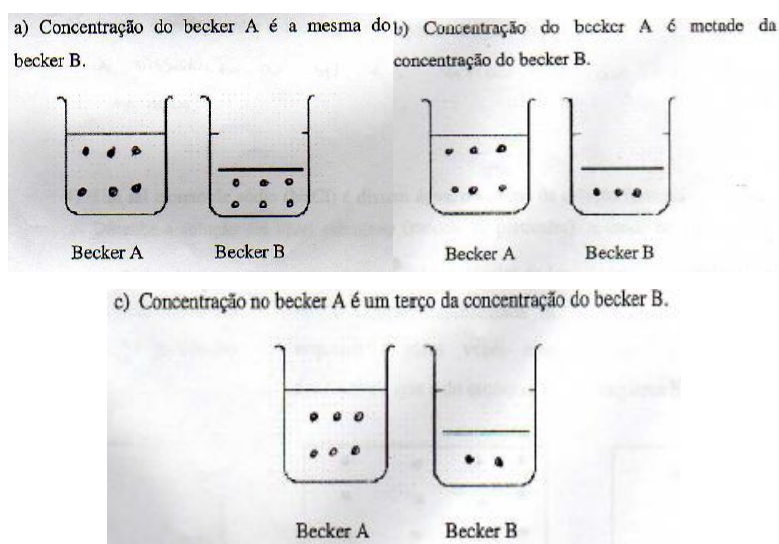


Figura 4.6. Representação ordenada das partículas

Nessa ultima questão, ainda foi solicitado para os alunos explicarem suas respectivas representações, mas de acordo com os dados somente 7% dos alunos explicou e desses, todos explicaram de forma errada, portanto chega-se a conclusão novamente que os alunos não prestaram atenção no enunciado da questão.

Com relação a todas as análises dos dados até aqui, pode-se verificar que os estudantes de ambas as turmas, possuem muitas dificuldades, em praticamente todos os conceitos necessários, para se compreender o conceito de solução, mas o mais preocupante foi diagnosticar que praticamente 100% dos alunos não possuem uma visão submicroscópica das representações químicas, ou se a possui essa muito diferente daquela cientificamente aceita. Essa visão é de grande importância para se compreender o processo de formação de uma solução e o fenômeno de dissolução.

4.2. Análise das Concepções dos Alunos após Intervenção Pedagógica

Para verificar como os conceitos elaborados durante as situações de ensino foram estruturados na rede de conhecimento dos alunos, aplicou-se um instrumento com questões, envolvendo tais conceitos após cerca de uma semana do processo, o pós-teste (anexo B). Analisaram-se as respostas dos alunos de acordo com as categorias anteriormente utilizadas no pré-teste, de maneira a verificar se houve evolução conceitual, avaliando somente os alunos que participaram de todo o processo de ensino, a relação das categorias com as questões do pós-teste foi organizada conforme o quadro abaixo:

Quadro 4.2

Relação das categories de análise com as questões do pós-teste

Categoria	Questões
I- Evolução das concepções dos alunos sobre o conceito de solução	1
II- Evolução das concepções dos alunos sobre o conceito de dissolução.	2
III- Evolução das idéias relativas sobre a diferença entre dissolução do sal e do açúcar na água.	3 e 4
IV- Evolução das idéias sobre o arranjo das partículas em solução e os conceitos de concentração dependendo da quantidade de solvente e de partículas de soluto.	5

4.2.1. Categorias de Análise da evolução conceitual

I- Evolução das concepções dos alunos sobre o conceito de solução

Assim como na análise das concepções prévias, aqui também as categorias foram enquadradas conforme sua regularidade, podendo um mesmo aluno apresentar mais de um tipo de concepção para uma mesma resposta. Na TAB. 4.4 abaixo, são mostrados os resultados para a primeira questão do pós-teste.

Tabela 4.4

Concepções após o processo de ensino dos alunos sobre o conceito de solução

Categoria (não exclusiva)	Frequência de respostas		
	2ª série A n= 11	2ª série B n= 6	Total de alunos N= 17
Solução associada à:			
A - Mistura homogênea sem especificação de fase	3	3	6
B – Mistura homogênea com especificação de fase	2	2	4
C – Mistura homogênea com explicações equivocadas	0	1	1
D- Outros	5	0	5
E - Não respondeu/não sabe	2	0	2

Pela análise da TAB. 4.4, a maioria (35,3%) associou a idéia de solução a uma mistura homogênea sem especificação de fase, podemos verificar também que em ambas as turmas houve regularidade nas respostas, alguns exemplos para essa categoria encontram-se abaixo:

“É uma mistura homogênea ou seja, é a mistura de 2 ou mais compostos que apresenta-se em 1 fase.”

“É quando uma mistura fica homogênea (1 fase).”

A categoria com a segunda maior porcentagem é “outros” (29,4%), nessa categoria houve uma série de respostas, tais como:

“No meu entender uma solução é como se chama um conjunto de 2 ou mais substâncias, como por exemplo água e sal.”

“Solução é uma substância composta por, solvente e...não lembro o resto....”

“Um conjunto de moléculas que se dissolvem. (Uma substância)”

Podemos verificar de acordo com as respostas acima que esses alunos não obtiveram uma evolução conceitual adequada, já que tais respostas são totalmente equivocadas, outras respostas pertencentes a essa categoria não estavam totalmente erradas, tais como:

“Solução é quando um soluto é dissolvido em um solvente e o soluto é o sólido e o solvente é o líquido. Também quando a mistura é homogênea.”

“Solução é a mistura de duas ou mais substâncias que “formam” uma só....Botei formam porque não lembro da palavra, mas o conceito é esse.”

Nessas duas respostas, está claro que na primeira o aluno tentou colocar no papel tudo que sabia, falou um pouco do fenômeno da dissolução utilizando concepções alternativas em suas explicações e conseguiu chegar a mistura homogênea, como se tivesse respondido e logo no fim se lembrou das palavras mistura e homogênea, portanto sua resposta participou de duas categorias D e A, uma vez que define solução como mistura homogênea sem especificação de fase, já na segunda é visto um caso típico de “decorar um conceito”, o aluno simplesmente decorou o conceito de solução visto em aula e quando foi solicitado que explicasse acabou esquecendo-se da característica principal de uma solução.

A categoria que engloba as respostas com conceito de solução mais correto é a B onde os alunos definiram solução como uma mistura homogênea com especificação de fase (23,5%), exemplo:

“É uma mistura homogênea, ou seja é a mistura de 2 ou mais compostos que apresenta-se em 1 fase”.

Observando-se a resposta acima se verifica que ainda houve respostas utilizando algumas concepções alternativas, unindo-se todas as respostas que possuem tais concepções chega-se a 29,4%, desses 60% são da 2ª série A .

Isso pode ter ocorrido, pois de acordo com (Pozo et al., 1991), essas concepções alternativas são “altamente estáveis, tenazes e resistentes à extinção”, pois, para os alunos, são úteis e coerentes, satisfazendo seus pontos de vista.

Como último resultado é importante explicitar que somente 11,8% dos alunos, não responderam ou não souberam a resposta o que ficou abaixo dos 14% registrados antes da intervenção pedagógica.

Dessa maneira, conclui-se que para o conceito de solução 58,8% dos alunos conseguiram evoluir conceitualmente, pois se compararmos antes da intervenção pedagógica não houve

nenhum aluno sequer que citou solução como mistura homogênea ou relacionou com alguma especificação de fase, e após a intervenção temos mais da metade dos alunos as utilizando corretamente, mesmo que ainda como visto, algumas concepções alternativas ainda se mantenham persistentes. Nota-se também que os alunos da 2º série B possuem uma regularidade em suas respostas maior que a 2º série A, isso talvez tenha ocorrido pelo grupo analisado ser praticamente metade do grupo analisado da 2º série A.

II- Evolução das concepções dos alunos sobre o conceito de dissolução.

Na TAB. 4.5 abaixo, são mostrados os resultados para a segunda questão do pós-teste.

Tabela 4.5

Concepções após o processo de ensino dos alunos sobre o conceito de dissolução

Categoria (não exclusiva)	Frequência de respostas		
	2ª série A n=11	2ª série B n=6	Total de alunos N=17
Dissolução associada à:			
A – Idéia de mistura sem especificação de soluto ou solvente	1	1	2
B – Idéia de mistura com especificação de soluto ou solvente	0	1	1
C – O ato de misturar	2	1	3
D – Outros	7	4	11
E – Não respondeu/não sabe	1	0	1

Analisando a TAB. 4.5, verifica-se que 83,4% dos alunos não souberam definir o conceito de dissolução, englobando as categorias A, B, D e E, do total ainda continuam com respostas carregadas de concepções alternativas 76,5% dos alunos, alguns exemplos segue abaixo:

“É o que se espalha na solução se separando. Em menor e maior quantidade.”

“Dissolução é o que ocorre na fabricação de soro caseiro. Acho que é dissolução por que mesmo após adicionar várias substâncias a solução continua da mesma cor, com o mesmo aspecto.(homogênea) Ex: Sal e água.”

“É quando misturamos dois ou mais elementos e fica visível somente um.”

Analisando essas respostas, verifica-se que na primeira o aluno tentou explicar utilizando as palavras “espalhar” e “separar”, talvez remetendo a dissolução do sal em água, e logo após cita menor e maior quantidade remetendo ao conceito de solubilidade ambos vistos em aula. Na

segunda resposta o aluno tentou explicar utilizando noções macroscópicas do fenômeno, isso pode ter ocorrido por lembrar-se de situações em sala de aula que remetem a cor e ao aspecto, uma dessas pode ter sido a atividade prática do sulfato de cobre onde os alunos tinham que misturá-lo na água, e na terceira o aluno utilizou a expressão “elementos” o que ainda demonstra a idéia de homogeneidade do sistema.

Muitos alunos 29,4% utilizaram palavras como “dissolver” e “diluir”, mostrando a tendência dessas concepções continuarem, todos esses alunos pertencem à turma 2º série A, alguns exemplos:

“Dissolução é quando um soluto é dissolvido em um solvente”.

“É quando um componente se dissolve”.

“É a substância que se dilui no líquido. Ex: Água e sal. O sal se dilui na água formando uma única substância.”

É possível verificar, de acordo com as respostas que ainda ocorrem muitos equívocos, principalmente para a terceira resposta. Não houve nenhuma resposta que caracteriza a dissolução de forma submicroscópica (interação entre soluto e solvente), todas as respostas trataram do nível macroscópico do fenômeno, alguns até que tentaram, mas como dito antes com respostas carregadas de equívocos, tais como:

“Dissolução: é o que solvata as moléculas fazendo a diluição, fazendo que as moléculas se separarem.”

“Dissolução é quando os ânions não conseguem se separar e fica aquele resto de sal por exemplo no fundo do recipiente.”

Verifica-se nessa última uma confusão, nota-se que o aluno adquiriu algumas palavras de cunho científico, mas não consegue organizá-las no seu raciocínio.

Ainda com relação às respostas dos alunos, 23,5% delas definiram dissolução com a maioria dos livros didáticos também, como “o ato de misturar o soluto em um solvente”, a qual foi caracterizada como a resposta mais correta, nenhum utilizou termos de modelo submicroscópico.

Fazendo uma comparação entre as respostas antes da intervenção e essas após a intervenção, conclui-se que para o fenômeno da dissolução houve uma pequena evolução conceitual, uma vez que apenas quatro alunos definiram o fenômeno, enquanto antes ninguém sabia ao certo o que era “isso”, convém ressaltar como o visto que ainda continuam as

concepções alternativas dos conceitos para grande parte dos alunos, segundo Ebenezer e Erickson (1996), os estudantes utilizam a linguagem comum para expressarem suas idéias, objetivos e sentimentos. É importante que o professor codifique o significado dos termos empregados pelos alunos e estabeleça relações com os códigos especializados da disciplina. Os autores destacam que não é uma tarefa fácil, pois, para os estudantes, a linguagem que possuem é suficiente para se expressarem, e, quando na aula de ciências, deparam-se com a linguagem científica, os mesmos resistem a mudanças e o ensino passa a ser desgastante e a aprendizagem torna-se difícil.

III- Evolução das idéias relativas sobre a diferença entre dissolução do sal e do açúcar na água.

A evolução conceitual dos alunos a respeito da diferença entre a dissolução do sal na água e açúcar na água foi explorada por meio das questões três e quatro do pós-teste (anexo B), essas questões foram divididas em três partes, na parte um foi solicitado para os alunos responderem se os componentes iniciais da dissolução do sal (questão 3) e açúcar (questão 4) em água sofreram alguma mudança e qual seria essa mudança, na segunda parte solicitou-se uma explicação teórica sobre o processo da dissolução de escrita livre onde os alunos deveriam explicar como as partículas de sal e açúcar interagiam com as moléculas de água, chegando na última parte, o aluno teria que ilustrar com desenhos em nível submicroscópico sua explicação na parte anterior, mostrando as respectivas interações que ocorreram na formação dessas soluções.

Os resultados das questões, bem como a análise das mesmas, se apresentam conforme a tabela 4.6 e os gráficos 4.5, 4.6 e 4.7.

Tabela 4.6
Resultados detalhados das respostas dos alunos por turma, após o processo de ensino, sobre a dissolução do sal e do açúcar na água

Categoria (não exclusiva)	Questão 3			Questão 4		
	Frequência de respostas					
	2ª série A n= 11	2ª série B n= 6	Total de alunos N= 17	2ª série A n= 11	2ª série B n= 6	Total de alunos N= 17
Parte 1						
A- Correta	0	0	0	0	2	2
B- Incompleta ou parcialmente correta	10	6	16	0	2	2
C- Incorreta	0	0	0	8	2	10
D- sem resposta/não sabe	1	0	1	3	0	3

Parte 2						
A- Correta	0	0	0	0	0	0
B- Incompleta ou parcialmente correta	7	4	11	3	4	7
C- Incorreta	2	2	4	6	2	8
D- sem resposta/não sabe	2	0	2	2	0	2
Categoria (não exclusiva)	Questão 3			Questão 4		
	Frequência de respostas					
Parte 3	2ª série A n= 11	2ª série B n= 6	Total de alunos N= 17	2ª série A n= 11	2ª série B n= 6	Total de alunos N= 17
A- Correta	1	1	2	0	1	1
B- Incompleta ou parcialmente correta	6	3	9	2	2	4
C- Incorreta	3	2	5	5	3	8
D- sem resposta/não sabe	1	0	1	4	0	4

No Gráfico 4.5 abaixo, são mostrados os resultados da análise da parte 1 para as questões 3 e 4.

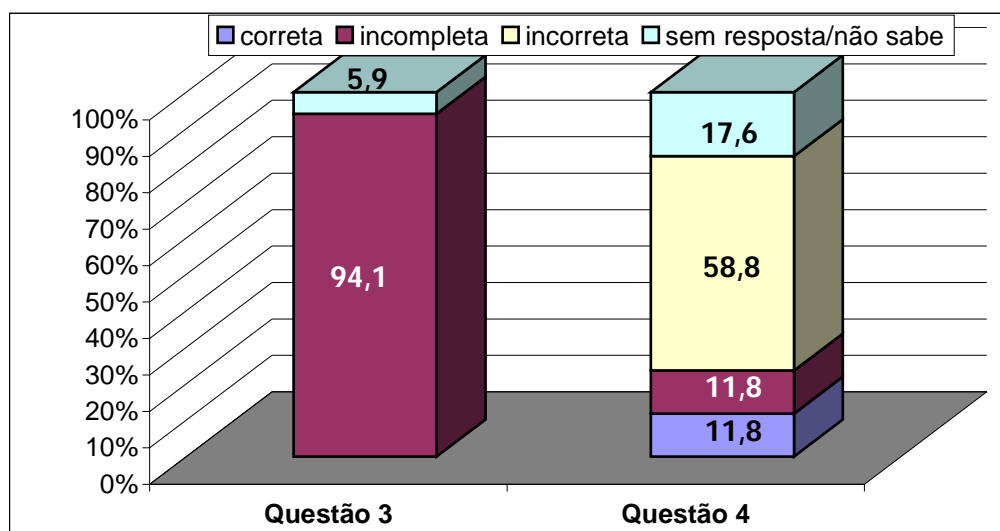


Gráfico 4.5: Análise das respostas dos alunos com relação à parte 1 das questões 3 e 4

Tendo em vista a tabela 4.6 e o gráfico 4.5, e fazendo-se uma comparação entre os resultados das duas questões, tem-se que 94,1% dos alunos responderam parcialmente a primeira parte da questão 3, enquanto que para a questão 4, 58,8% dos alunos não conseguiram responder, desses 80% pertencem a 2ª série A. Outro dado importante, 11,8% responderam parcialmente essa parte da questão 4 e o outros 11,8% responderam corretamente, sendo todos da 2ª série B, na

questão 3 não houve ninguém que tenha respondido corretamente, mas em compensação 17,6% dos alunos não responderam a questão 4, pode-se concluir, que os alunos tiveram maior dificuldade em diferenciar o que ocorre quando açúcar entra em contato com água do que quando o sal entra em contato com a mesma, isso pode ser justificado pela utilização em sala de aula de muitos exemplos de formação de soluções com sal e poucos com o açúcar, e também por terem trabalhado com a dissolução do sal através da estratégia metodológica da simulação computacional e não com o açúcar. É importante ressaltar que todos os alunos manifestaram concepções alternativas em suas respostas, alguns exemplos segue abaixo:

“Sim, as moléculas de sal se separam.” Questão 3.

“O açúcar tem mais quantidade que o sal, eles fazem ligação.” Questão 4

“Sim, NaCl e H₂O viraram somente uma substância.” Questão 3

“Sim, o açúcar se mistura na água e começa a virar uma mistura homogênea.” Questão 4

Nota-se de acordo com essas respostas, as concepções equivocadas sobre moléculas de sal separando-se, quando na realidade não é isso que acontece e sim a separação de íons em solução, a segunda resposta tenta explicar que a molécula de açúcar é maior que a de sal e também dizer que o açúcar faz ligação com a água, na terceira e quarta resposta nota-se uma tentativa de relacionar a mudança nos componentes com a homogeneidade do sistema, talvez o aluno da terceira resposta estivesse falando de uma reação química. Portanto verifica-se uma resistência dessas concepções alternativas mesmo após a intervenção pedagógica.

Outra resposta carregada de concepções alternativas dos alunos:

“Sim, pois antes eles eram duas coisas (sozinhas) e ao se misturarem formou uma única substância, e o que era iônico se juntou com o que era polar.” Questão 3 (aluno 2)

“Antes eles eram duas substâncias (sozinhas) e ao se misturarem, formou uma única substância, o que era covalente se juntou com o que era polar”. Questão 4 (aluno 2)

Verifica-se nessas respostas, um conhecimento que todos os outros alunos não obtiveram nessa parte da questão, o de identificar o sal como iônico a água como polar e o açúcar como covalente, mas por outro lado utiliza muitas expressões não científicas e equivocadas, tais como: “Coisas”, “ao se misturarem formou uma única substância”.

Outro caso segue:

“O sal desaparece, ficando só água, pelo menos a olho nu. Com o uso de um equipamento que nos ajude a observar melhor, podemos ver que as moléculas de hidrogênio e de oxigênio separaram as moléculas de sal.”

Essa resposta junto com 23,5% do total analisado, foi uma das únicas a utilizar as expressões submicroscópicas para explicar qual era a diferença. Segundo Chinn e Brewer (1993), os alunos podem estar aceitando os dados e mudando a sua teoria inicial, pois nas suas explicações aparecem novos elementos, mesmo que inicialmente seja de forma equivocada.

Um caso extremo de dificuldade de se expressar e de lidar com os termos científicos segue abaixo:

“Quando o sal se mistura com a água, ela se dissolve pois ela não é homogênea, e não fica duas fases, na água ela se transforma em apenas uma só fase. E só a olho microscópico p/ver, Pois ela se dissolve na água.” Questão 3 (aluno 3)

“ Sim, Quando em um copo de água é despejado uma certa quantidade de açúcar. Logo depois o açúcar se dissolve na água formando uma única fase, heterogênea.” Questão 4 (aluno 3)

Pode-se verificar analisando a resposta desse aluno que o mesmo não conseguiu evoluir conceitualmente, pois cometeu sérios equívocos, tais como: “... formando uma única fase, heterogênea”, além de fazer uso de muitas concepções alternativas, um exemplo é o que ele chamou de “olho microscópico”.

Outro dado importante é que 35,3% dos alunos, respondeu que a mudança que ocorre com o açúcar é a mesma do que a do sal, ou seja eles se dissolvem na água, tais como:

“Sim, o sal começa a sofrer mudanças, ele se dissolve na água, e vira uma mistura homogênea.” (aluno 4)

“”Sim, o açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$) se dissolve na água, e começa a virar uma mistura homogênea.”(aluno 4)

“O sal se dissolve na água.”(aluno 5)

“O açúcar se dissolve na água”. (aluno 5)

Aqui se percebe que não ficou claro para esses alunos que o sal é um composto iônico e o açúcar um composto molecular, e que ao contato com a água eles não terão a mesma interação, nota-se que os alunos expressaram somente concepções macroscópicas não houve uma construção estável da diferença submicroscópica entre eles. Segundo Martínez (1999a), os sistemas conceituais evoluem em cadeia e a cada etapa ocorre a incorporação de novas

informações. O sistema ao tentar se ajustar resiste a mudanças e entra em uma fase de estabilização, na qual ocorrem acumulações e refinamentos da etapa anterior. No entanto, em determinado momento, o sistema evolui para uma captação caótica, na qual poucas informações são adicionadas e o esquema conceitual atinge reestruturação, originando um sistema de idéias mais estáveis.

Nessa análise dos resultados das partes dois e três, optou-se por fazer de forma conjunta uma vez que as duas partes estão automaticamente ligadas, já que na parte três foi solicitado aos alunos que representassem submicroscopicamente as interações explicitadas na parte dois.

No Gráfico 4.6 abaixo, são mostrados os resultados da análise das partes dois e três das questões 3 e 4.

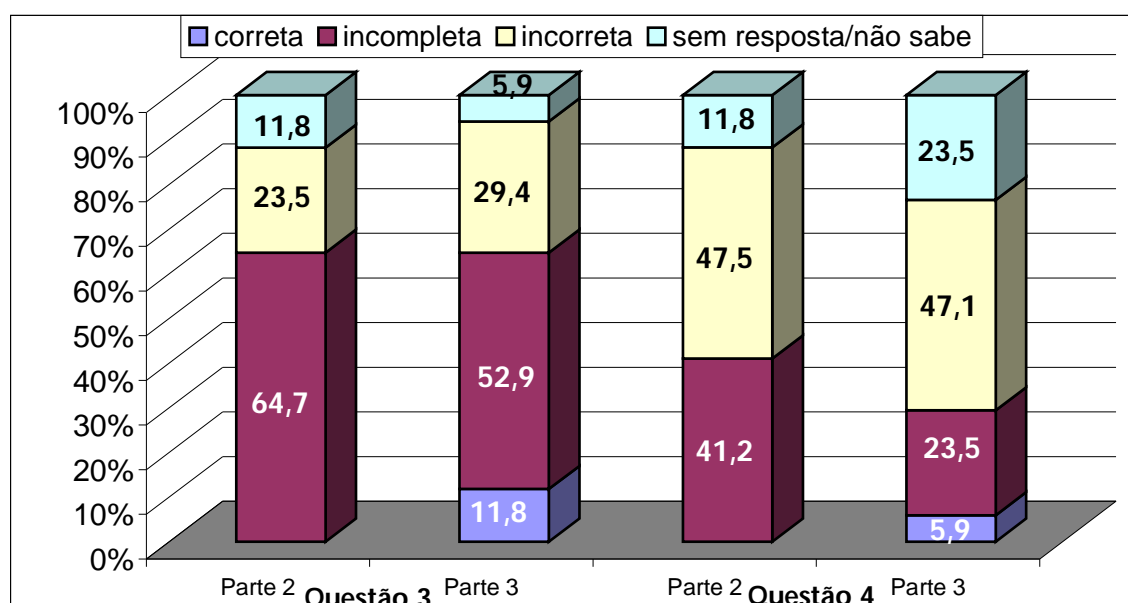


Gráfico 4.6: Análise detalhada das respostas dos alunos com relação às partes 2 e 3 das questões 3 e 4

A partir da tabela 4.6 e tendo em vista o gráfico acima, pode-se verificar que 64,7% dos alunos na parte dois e 52,9% na parte três, obtiveram uma resposta incompleta ou parcialmente correta para a questão 3, enquanto que 41,2% dos alunos na parte dois e 23,5 na parte três, obtiveram essa resposta na questão 4, essa diminuição na porcentagem de ambas as partes na questão 3 pode ser explicada, pelo aparecimento de respostas corretas na parte três, ou seja o aluno não soube explicar as interações na escrita, mas sua RSM estava correta, exemplos seguem abaixo:

Parte 2:

“As partículas de sal interagem com as da água da seguinte forma: O hidrogênio da água interage com o cloreto do sal, o negativo da água interage com o positivo do sal, separando o Na^+ do Cl^- .” (Aluno 1, 2º série B)

“As partículas de sal começam a desprender-se por causa das partículas de água.” (Aluno 2, 2º série A)

Parte 3:



Figura 4.7. Representação da dissolução do sal na água do aluno 1 da 2ª série B em nível submicroscópico.

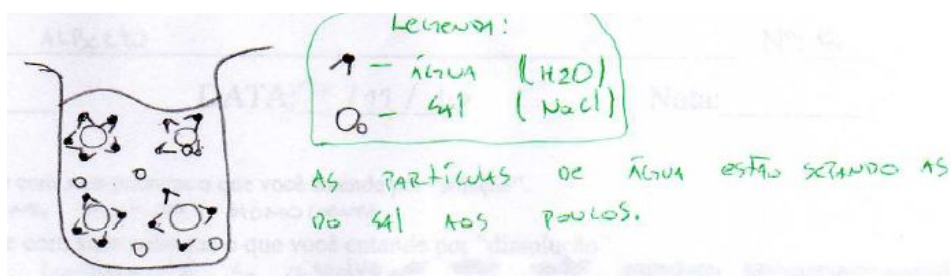


Figura 4.8. Representação da dissolução do sal na água do aluno 2 da 2ª série A em nível submicroscópico.

Analisando-se as respostas teóricas, verifica-se que o aluno 1 explica a interação com uma concepção próxima do nível submicroscópico, mas não utiliza expressões submicroscópicas como átomos e moléculas em sua explicação e também demonstra que alguns conceitos não ficaram bem construídos, como o caso de usar em sua explicação “...o negativo da água interage com o positivo do sal...”, já para o aluno 2 sua explicação é simples demonstra uma fraca construção para explicar o nível submicroscópico.

Com relação as suas RSM's, pode-se dizer que conseguiram construir uma “impecável”, pois levaram em consideração o tamanho dos átomos, mostraram a interação entre as moléculas de água com as do sal inicialmente e depois de algum tempo corretamente e utilizaram legenda em seus desenhos.

Na questão 4, a diminuição na porcentagem de ambas as partes pode ser explicada, pelo aumento na porcentagem de alunos que não responderam ou que não sabiam, e o aparecimento de acertos na parte três. O aumento na porcentagem de alunos que não conseguiram responderem a

parte três, pode estar relacionado ao mesmo motivo da parte um de ambas as questões, na qual foi explicado que em aula foram utilizadas menos representações da dissolução do açúcar em água. Com relação aos acertos, o mesmo aluno que obteve na questão 3 parte um, incompleta e parte dois correta, nessa questão também obteve, é importante ressaltar então, que esse aluno foi o único que obteve evolução conceitual completa para o caso da diferença da dissolução do sal e do açúcar na água, utilizando RSM.

Outro dado importante verificado foi em relação às concepções alternativas e equivocadas, elas apareceram em 29,4% das respostas dos alunos, sendo que para parte dois da questão 3, 29,4% dos alunos manifestaram essas concepções e 23,5% para a questão 4, a parte três não foi verificado, uma vês que se trata de uma RSM. Os alunos utilizaram as palavras “pegam”, “ficam” e “blocos de moléculas acumulados”, para expressar a interação entre as partículas, alguns exemplos são:

“As partículas de sal elas pegam as partículas de água, o positivo pega o negativo e o negativo pega o positivo”. Parte 2 (Aluno 3, 2º série A)

“Mesmo misturado com a água, ainda assim ficam blocos de moléculas acumulados.” Parte 3 (aluno 4, 2º série A)

Os equívocos conceituais também se manifestaram em 58,8% das respostas dos alunos, sendo que na parte dois da questão 3, eles apareceram em 41,2% das respostas dos alunos e na mesma parte da questão 4 o percentual de equívocos foi de 29,4%. Com relação à parte três de ambas as questões, esses equívocos nas RSM's foram de 47% para a questão 3 e 41,2% para a questão 4. Alguns exemplos desses equívocos são:

Parte 2:

“As moléculas positivas no caso Na interagem com as moléculas O (oxigênio) que são negativas. E as moléculas de Cl (cloro) que são negativas interagem com H (hidrogênio) que são positivas.” Questão 3 (Aluno 5)

“O oxigênio é um ânion – que atrai o Na que um cátion +. O cloreto é um ânion – que atrai o H que é um cátion +.” Questão 3 (Aluno 6)

“As moléculas de açúcar compartilham com as moléculas de água, por causa de seu átomo de hidrogênio.” Questão 4 (Aluno 7)

“Elas tem um tipo de ligação iônica.” Questão 4 (Aluno 8)

Abaixo constam algumas ilustrações RSM's contendo equívocos conceituais, elaboradas pelos alunos para interpretar as interações entre sal/água e açúcar/água, parte três das questões 3 e 4:



Figura 4.9. Equívoco na representação das estruturas químicas, no tamanho dos átomos e com relação às cargas parciais na molécula de água



Figura 4.10. Equívocos na representação das moléculas de açúcar e sua interação com a água

Analisando os exemplos das respostas e das figuras, conclui-se que a maioria dos alunos ainda não conseguiu, mesmo após a utilização de algumas atividades na intervenção pedagógica onde foram trabalhados modelos e teorias, apropriar-se dos conceitos básicos da química tais como: a diferença entre átomos, moléculas e íons, ligação iônica, covalente e ligação de hidrogênio, bem como representar a estrutura da água e de outros compostos como o sal, a diferença entre tamanhos de átomos, ambos representados na figura 4.9. Nota-se uma pobreza conceitual muito grande em se tratando de nível microscópico como mostrado na figura 4.10, onde é mostrado a estrutura da sacarose com carga positiva e negativa interagindo com a água, ou então no desenho ao lado onde em sua RSM o aluno fez as moléculas de açúcar se separarem em átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

Com relação ao nível macroscópico, ainda 11,8% dos alunos utilizaram expressões desse nível para explicar as interações entre as partículas em suas respostas, e também suas RSM mostraram essa tendência, alguns exemplos seguem abaixo:

Parte 2:

“O sal com a água se interaje se dissolvendo na água, formando um fase apenas.”

Questão 3 (Aluno 9)

“Elas interagem de forma que se desolvem na água.” Questão 4 (Aluno 9)

Parte 3:

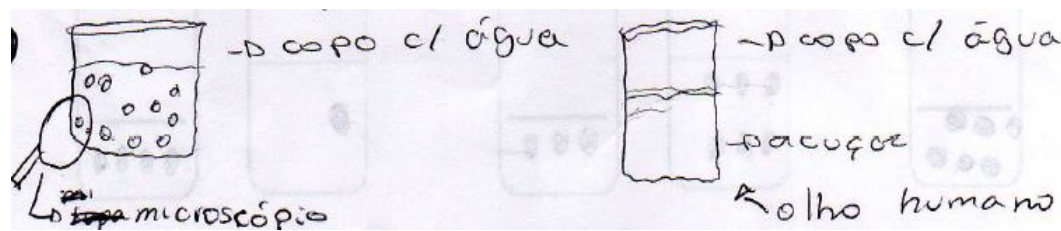


Figura 4.11. Representação macroscópica da dissolução do açúcar na água do aluno 8

Essas respostas demonstram a dificuldade dos alunos em utilizar nas mesmas explicações em nível submicroscópico, mesmo após a intervenção pedagógica, esse dado novamente mostra a resistência desse tipo de concepção.

IV- Evolução das idéias sobre o arranjo das partículas em solução e os conceitos de concentração dependendo da quantidade de solvente e de partículas de soluto.

Para avaliar a última categoria de análise da evolução conceitual, foi utilizado a questão de número 5 do pós-teste, a qual é praticamente igual a questão 6 do pré-teste, a única diferença se dá na mudança da concentração na parte 2, sendo assim os resultados para a última questão do pós-teste, bem como suas categorias de análise tiveram suporte nos mesmos estudos de Devetak et al. (2008), no qual a questão dita correta é aquela em que tanto o número de partículas quanto o arranjo das mesmas é mostrado corretamente e se apresentam conforme o gráfico a seguir:

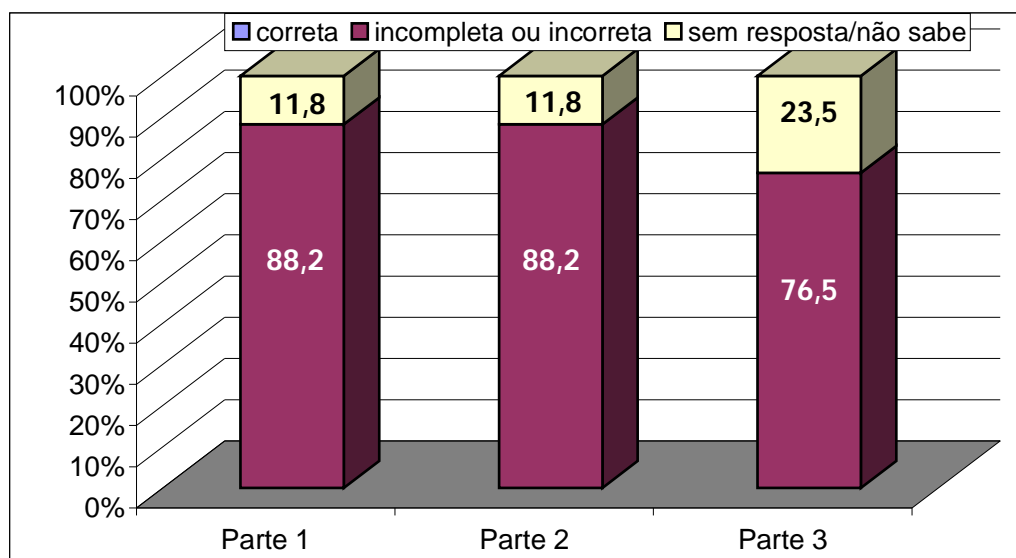


Gráfico 4.7: Análise das respostas dos alunos com relação as partes 1, 2 e 3 da questão 5

A partir do gráfico acima, pode-se verificar que assim como na questão do pré-teste nenhum aluno conseguiu respondê-la corretamente, nota-se um crescimento em relação às respostas incorretas ou incompletas de 20% aproximadamente se comparado com a questão do pré-teste e uma diminuição dos mesmos 20% na categoria “não respondeu ou não sabe”, portanto uma possível explicação é que os alunos obtiveram alguma melhora de percepção dos conceitos necessários para a resolução dessa questão, uma vez que se sentiram seguros ao tentar respondê-la. Apesar disso nota-se ainda uma maior dificuldade em responder a parte três, pois obteve-se um aumento de 11,7% na transição da parte dois para a parte três, isso pode ser justificado assim como na questão 6 do pré-teste, pela necessidade maior nessa parte de raciocínio proporcional.

Utilizando como base o referencial já citado para análise dessa questão, obteve-se o resultado de análise das RSM's considerando somente os alunos que responderam a questão, esses resultados foram divididos conforme os itens abaixo:

- 1) Alunos que avaliaram só a contagem das partículas sem avaliar o volume de solução, ou seja levando em consideração só a variável quantidade de partículas temos: parte 1, 60%, parte 2, 86,7% e parte 3, 38,5%, a explicação para a porcentagem ter diminuído da primeira parte para a segunda se deve ao fato de que nesses dados não estarem incluídos os alunos que consideraram o volume.
- 2) Alunos que avaliaram a contagem das partículas considerando o volume, ou seja levando em consideração as duas variáveis (volume e quantidade): parte 1, 40%, parte 2, 13,3% e parte 3, 23,1%, nota-se que a explicação dada no item anterior se confirma aqui, verifica-se que ambos os resultados da parte 1 e o da parte 2 se completam, mas é observado na parte 3 uma discrepância entre os resultados, cujo motivo foi um aumento por parte dos alunos em suas respostas de terem invertido a quantidade das partículas no becker B, em relação ao becker A ou mesmo terem se equivocado na proporção. Outro importante detalhe é que ambas as turmas apresentaram resultados equilibrados.
- 3) Alunos que acertaram a RSM, ou seja levaram em consideração o arranjo aleatório das partículas: parte 1, 26,7%, parte 2, 13,3% e parte 3, 0%, novamente nota-se uma dificuldade nesse tipo de representação, sendo a ausência da mesma quando aluno precisa utilizar mais de um raciocínio.
- 4) Alunos que representaram o arranjo das partículas de forma ordenada: parte 1, 53,3%, parte 2, 60% e parte 3, 69,2%, verifica-se que quando analisado esse item a porcentagem

sobe a medida que exige um maior o raciocínio de proporção, diferentemente da questão do pré-teste.

A porcentagem de alunos que explicou nessa questão foi quase dez vezes maior se comparadas com a questão do pré-teste, 80% dos alunos explicaram suas RSM', com relação às partes da questão temos: 80% para a parte 1 e parte 2, sendo que explicaram corretamente a parte 1,40% dos alunos, na parte 2 a porcentagem cai para 26,7% e a parte 3, 15,4%, um dos motivos para ter ocorrido essa diminuição foi verificado pela falta de conhecimento proporcional, outro foi os alunos não terem considerado o volume de solução em suas explicações.

Ainda com relação às explicações no decorrer da análise verificou-se que os alunos utilizaram para explicar suas RSM's três tipos de explicação, teóricas (35,3%), por cálculos (17,5%) e teóricas com cálculos (17,5%). Com relação às explicações teóricas, somente um aluno respondeu corretamente, sendo que na parte três sua explicação não foi correta, a explicação e sua RSM seguem abaixo:

“Como o Becker A tinha uma quantidade maior de água, para ficar com a mesma quantidade de NaBr (brometo de sódio) foi posto o dobro de sal.” Parte 1

“Como o Becker A tinha maior quantidade de água foi posto quatro vezes mais o nº de sal do Becker B, para que pudesse atingir o dobro de sal no Becker A.” parte 2

“Como no Becker A tinha maior número de água foi acrescentado o triplo para que pudesse ficar um terço a mais.” Parte 3

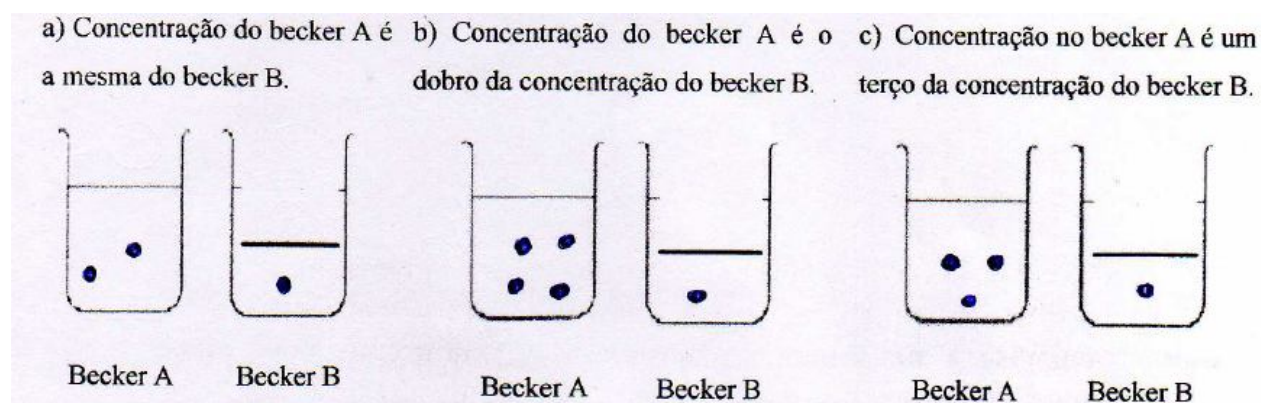


Figura 4.12. RSM do aluno 10 com relação a questão 5

Analisando as explicações dos alunos e suas respectivas RSM's, nota-se uma explicação correta para a parte 1, porém não usa os termos científicos corretamente, já que utilizou “NaBr” demonstrando não saber os símbolos de alguns elementos químicos, sua RSM não demonstra um

arranjo correto das partículas, para a parte 2 na explicação ele faz uso de “nº de sal” para identificar a quantidade de sal, verificando uma concepção alternativa e sua RSM esta equivocada, pois esta ordenada, para a parte 3, sua explicação e sua RSM demonstraram não possuir um necessário raciocínio proporcional.

Para as explicações em cálculos, verifica-se um conhecimento que não possuíam e que foi construído durante a intervenção pedagógica, sendo que dos alunos que utilizaram somente cálculos, 100% deles soube utilizar na parte 1, 66,7% nas partes 2 e 3. Quando os alunos utilizaram explicações teóricas em conjunto com cálculos, 11,8% o fizeram na parte 1, sendo que nenhum acertou ambos, 5,9% na parte 2, também sem sucesso e 17,5% na parte três com 66,7% de sucesso, verifica-se analisando esses dados que alguns alunos conseguiram evoluir quanto ao processo quantitativo da concentração de soluções, mas quando é solicitado para explicarem seus cálculos teoricamente, ou mesmo suas RSM's, mostram que mesmo após o processo de intervenção pedagógica não conseguiram construir uma base teórica sólida, por outro lado verificou-se que os alunos se mostraram mais participativos, um bom exemplo é a diminuição das porcentagens das respostas em branco, mesmo suas respostas não sendo totalmente corretas e não tendo certeza de suas respostas, eles tiveram coragem de expor suas idéias.

4.3. Avaliação

Apesar de os resultados não se mostrarem tão expressivos, o modelo proposto permitiu verificar um enriquecimento do aluno em termos de sua evolução conceitual, uma vez que se verificou um progresso dos esquemas explicativos do nível macroscópico para o nível submicroscópico. Com o objetivo de avaliar as atividades, é importante destacar que as mesmas oportunizaram os alunos a refletirem, bem como a pensar, a perguntar e a argumentar. Isto revelou que se atingiu muito além dos aspectos relativos somente às soluções, mas acima de tudo comprometimento, afetividade e envolvimento do aluno com sua aprendizagem, já que mesmo os alunos acostumados ao ensino tradicional e terem sido um pouco resistentes no início e desinteressados, pôde-se verificar após a aplicação das estratégias metodológicas um engajamento maior dos mesmos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Este trabalho de conclusão de curso permitiu investigar as concepções dos estudantes do segundo ano do ensino médio, ligadas aos conceitos relacionados à química de soluções, mais precisamente, sua formação, o processo de dissolução e concentração de soluções em nível macroscópico e submicroscópico apresentados pelos alunos. Os resultados obtidos podem ser de valia para orientar o desenvolvimento de intervenções pedagógicas mais eficazes, modificando, incrementando e, até mesmo, orientando novas estratégias de ensino.

Procurou-se, nesta investigação, ir além do conhecimento de concepções alternativas, propondo uma estratégia de ensino que pudesse contribuir para a superação das mesmas, avaliando a evolução conceitual do aluno dentro de um dos temas da química.

Em vista dos resultados obtidos durante esta investigação, chegou-se a algumas conclusões:

- Os alunos, em geral, fornecem explicações macroscópicas aos conceitos relacionados à solução, influenciados pelos aspectos observáveis e pelas experiências que vivenciam em seu cotidiano.
- O conceito de solução, como uma mistura homogênea de solução, foi atingido por 58,8% dos alunos e contribuiu para que alguns alunos refletissem sobre o processo de dissolução em um nível mais elevado de abstração.
- Explicações coerentes, em termos de um modelo submicroscópico para justificar o processo de dissolução do sal e do açúcar na água foram obtidas por 29,4% dos alunos, mas carregadas de uma terminologia não efetivamente adequada.
- Representações em nível submicroscópico foram construídas por 11,8% dos alunos para dissolução do sal em água e para a dissolução do açúcar na água foram de 5,9%, demonstrando com isso uma falha na estratégia metodológica, na qual poderia ter sido inserida um maior número de atividades envolvendo representações da dissolução de compostos iônicos e moleculares.
- A evolução conceitual dos alunos, de níveis concretos, com pouca abstração, ou seja, macroscópicos para níveis conceituais mais complexos de cognição, ou seja, submicroscópicos mostrou-se razoável com 23,5% dos alunos.

- Comparando as séries, pode-se verificar que a participação dos alunos da 2ª série B foi mais efetiva, pois os mesmos evidenciaram interesse, atenção, afetividade, envolvimento e comprometimento em quase todas as fases do ensino, já a 2ª série A na maioria das atividades mostrou-se ao contrário.

- Foi difícil para os estudantes perceberem a utilidade do modelo microscópico científico, uma vez que são capazes de raciocinar sobre o real, sobre o que conhecem.

- A estratégia de intervenção pedagógica aqui proposta, foi baseada em pressupostos construtivistas, considerando a participação efetiva do aluno na construção de seu conhecimento.

Algumas considerações podem ser feitas em função dos obstáculos que dificultaram a evolução conceitual dos alunos:

- A defasagem, apresentada pelos alunos, de conceitos anteriores ao ensino de soluções, dificultando a aprendizagem, uma vez que foi necessário antes do ensino de soluções uma revisão de muitos conceitos importantes, o que prejudicou o tempo de trabalho.

- A falta de conhecimentos básicos para a elaboração dos conceitos propostos e a dificuldade no estabelecimento de relações conceituais.

- A própria escola foi objeto de dificuldade, pois muitas aulas foram desmarcadas e remarcadas o que desmotivava uma parte dos alunos, e com isso muitos alunos acabavam perdendo o foco o que afetou em algumas atividades a continuidade do trabalho.

- A falta de conhecimentos prévios do domínio da linguagem científica, também dificultou a aprendizagem, embora, no ensino construtivista o professor tenha de enfrentá-la, no presente estudo, foi uma barreira que se tentou vencer no prazo de que se dispunha.

- Falta de investimento na utilização de situações problemáticas que garantisse a generalização dos conceitos.

O estudo desenvolvido permitiu importantes reflexões sobre a atuação do professor no processo de ensino e aprendizagem que se desenvolveu nesta pesquisa, tais como:

- Importância de o professor identificar as concepções prévias dos alunos e as ações por eles utilizadas que resistem a acomodações, para que possa elaborar um plano de ação que venha mediar a construção do conhecimento.

- Necessidade de reflexão em sua ação pedagógica e sobre sua ação, para investir em atividades inovadoras dirigidas aos alunos para que se alcancem os objetivos propostos.

- Saber aproveitar durante as aulas as concepções explicitadas pelos alunos para estimular reflexões que os levem a tomar consciência de suas próprias idéias.
- Importância do domínio do conteúdo e de visão de ciência, e da consciência da sua própria visão.

Dessa forma, pode-se concluir que as estratégias metodológicas utilizadas nessa intervenção pedagógica, foram efetivas para os conceitos de solução e de concentração, e parcialmente efetiva para o processo de dissolução, pois como visto nas análises dos resultados somente dois alunos apresentaram uma abstração no nível submicroscópico corretamente desse processo, e o principal motivo para tais resultados não terem sido mais efetivos além das considerações já faladas são as concepções alternativas as quais de acordo com tantos autores utilizados nesse trabalho são consideradas extremamente resistentes, viu-se que conhecê-las previamente pode ajudar no planejamento de atividades mais eficientes.

Neste estudo evidenciou-se que, além de um ensino estrategicamente estruturado, é preciso considerar: que existem outras variáveis tais como as condições de trabalho do professor; o conhecimento do conteúdo; o reconhecimento das concepções alternativas dos alunos sobre o tema e a demanda cognitiva destes que implicaram no real sucesso na promoção da evolução conceitual.

Portanto, este estudo pode contribuir para que os professores possam planejar um ensino mais significativo para os alunos, especificamente dentro do tema solução e para que se arrisquem no planejamento de outros.

Para finalizar, como a estratégia de intervenção pedagógica foi baseada em pressupostos construtivistas como exposto anteriormente, é importante citar que segundo Vygotsky:

“Quando se examina o processo da formação de conceitos em toda a sua complexidade, este surge como um movimento do pensamento dentro da pirâmide de conceitos, constantemente oscilando em duas direções, do particular para o geral e do geral para o particular.” (Vygotsky, 1987, p.70)

Este movimento do pensamento abstrato para o concreto - e que Vygotsky aponta como uma tarefa tão árdua para o jovem como a transição primitiva do concreto para o abstrato - irá enriquecer o conteúdo do conceito na medida em que este conceito possa ser aplicado ao campo do real. Sendo assim, o professor terá que ter sempre em mente que o aprendizado do aluno é parcial, pois aprender o conteúdo de um conceito significa um pensamento, um processo no qual

o aluno fará ajustes continuamente. Portanto não se deve esperar que aluno consiga construir todo o conhecimento de uma vez e sim que irá evoluindo como um processo de evolução conceitual.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. (E. Nick, trad.). 2ª ed., Rio de Janeiro: Interamericana (obra original publicada em 1968), 1980.

BRASIL/MEC. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL/MEC. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/ SEF, 1999.

BLANCO, A; PRIETO, T. **Pupil's views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: a cross-age study (12 to 18)**. International Journal of Science Education, v. 19, n.3, p. 303-315, 1997.

CARMO, M. P. DO; MARCONDES, M. E. R. **Abordando soluções em sala de Aula – Uma experiência de ensino a partir das idéias dos alunos**. Química Nova na Escola. n. 28, p. 37-41, maio 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>. Acesso em 15/11/2010

CARMO, M. P. DO. **Um estudo sobre a evolução conceitual dos estudantes na construção de modelos explicativos relativos a conceitos de solução e o processo de dissolução**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: http://www.if.usp.br/cpgi/DissertacoesPDF/Miriam_Possar_do_Carmo.pdf. Acesso em 12/11/2010.

ÇALÝK, M.; AYAS, A.; EBENEZER, J.V. **A review of solution chemistry studies: Insights into Student's conceptions**. Journal of Science Education and Technology, v. 14, nº. 1, 2005.p. 29-50. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/hrl3vmh303850331/> Acesso em 18/11/2010.

CHINN, C. A.; BREWER, W. F. **O papel dos dados anômalos na Aquisição do Conhecimento: Um quadro Estrutural e Implicações Teóricas para a Instrução para a Ciência**. Análise da Pesquisa Educacional, v. 63, n.1, p.1-49, 1993.

DEVETAK, I.; VOGRINC, J.; GLAZAR, S. A. **Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level**. Springer Science + Business Media B. V. 2007, p. 157-179. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/qu307t5043313443/> Acesso em 18/11/2009.

DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P.; ROBINSON, W. V. **Making Sense of secondary Science-Research into children's ideas**. London: Routledge Falmer. Taylor & Francis Group, p. 73-101, 1995.

EBENEZER, J. V.; ERICKSON, G. L. **Chemistry Students' Conceptions of Solubility: A Phenomenography**. Science Education, v. 80, n.2, p. 181-201, 1996.

ECHEVERRIA, A. R. **Como os estudantes concebem a formação de soluções**. Química Nova na Escola. n. 3, p. 15-18, maio 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf>. Acesso em 10/09/2010.

ECHEVERRIA, A.R. **Dimensão empírico - teórica no processo de ensino-aprendizagem do conceito soluções no Ensino Médio**. Tese (Doutorado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1993.

FRANCISCO Jr., W.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. (2008). **Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para Aplicação em Sala de Aula de Ciências**. Química Nova na Escola, v.30, p. 34-41. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708.pdf>. Acesso em 20/10/2010.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em 10/11/2010

HASHWEH, M. Z.. **Toward an explanation of conceptual change**. European Journal of Science Education. v. 8, n. 3, p. 229-249, 1986.

HEWSON, P. W.; THORLEY, N.R, **The conditions of conceptual changes in the classroom**, **International Journal of Science Education**, v. 11, Special Issue, p. 541-553, 1989.

JUSTI, R. S. **Sobre espaços vazios e partículas- Movimento de idéias sobre a descontinuidade da matéria em um processo contínuo de ensino-aprendizagem de Química no 2º grau**, Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

LABURÚ, C.E. **Fundamentos para um experimento cativante**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 3, p. 382- 404, 2006.

MARTÍNEZ, O. J. M. **Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual**. Enseñanza de Las Ciencias, v. 17, n. 1, p. 93-107, 1999.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. **Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino.** Investigações em Ensino de Ciências. v. 7, n. 3, p. 1-26, 2002.

NAKLEH, M.B., **Why some students don't learn Chemistry,** *International Journal of Chemical Education*, v. 69, n. 3, p. 191-196, 1992.

NUSSBAUM, J., **Classroom conceptual change: philosophical perspectives.** *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 5, p. 530-540, 1989.

OLIVEIRA, S. R.; GOUVEA, V. P.; QUADROS A. L. **Uma Reflexão sobre Aprendizagem Escolar e o Uso do Conceito de Solubilidade/Miscibilidade em Situações do Cotidiano: Concepções dos Estudantes.** *Química Nova na Escola*. n. 3, p. 23-30, fevereiro 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_1/05-CCD-0508.pdf . Acesso em 21/10/2010.

PINTRICH, P. R.; MARX, R. W.; BOYLE, R. A. ***Beyond Cold Conceptual Change: The role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change.*** *Review of Educational Research*, v. 63, n. 2, p.167-199, 1993.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G.; LIMON, M.; SERRANO, S. A. **Procesos cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química.** Madri: Ministerio de Educación y Ciencia, CIDE-MEC, p. 10-159, p. 64- 218, 1991.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. **Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change.** *Science Education*, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

PRIETO, T.; BLANCO, A.; RODRIGUEZ, A. **The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions.** *International Journal of Science Education*, v.11, n. 4, p. 451-463, 1989.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, M. L. **Simulações Computacionais de Modelização em educação Química: Uma revisão de literatura publicada,** *Química Nova*, v. 26, n. 4, p.542-549, 2003. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2003/vol26n4/index.htm>. Acesso em 15/10/2010

SANTOS, F. M. T. **Leitura e Escrita: Aspectos da Aprendizagem em Química.** *Ler e Escrever Compromisso no Ensino Médio: NIUE-UFRGS*, p. 287-296, 2008.

SANTOS, M. E. V. M. **Mudança Conceitual na Sala de Aula: Um desafio Pedagógico Epistemologicamente Fundamentado.** Lisboa: Livros Horizonte, p. 23-128, 1998.

SANTOS, M. E. V. M. **Ideas para La discusión sobre Las Concepciones del Cambio Conceptual - Comentarios acerca del artículo "Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual" de N. Marín Martínez.** Enseñanza de La Ciencia, v. 17, n. 1, p. 115-117, 1999.

SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química.** Química Nova na Escola. n. 01, p. 27-31, 1995.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem.** Trad. Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fortes, 1993. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>. Acesso em 10/10/2010

WERTSCH, J. **Mind as actions.** Nova York: Oxford, 1998.

ANEXOS

ANEXO A
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
SEMINÁRIOS DE ESTÁGIO

PRÉ-TESTE

Como vocês já sabem, dentro em breve iniciaremos um novo conteúdo que tratará do assunto soluções. Como uma forma de obter dados para a elaboração das atividades e também para produção de meu trabalho de conclusão de curso, preciso que vocês respondam a algumas questões sobre o tema. Peço que o façam com atenção e procurem responder de acordo com seus conhecimentos sobre a química de soluções.

Nome: _____

1) O que você entende por soluções?

2) O que você entende por dissolução? Explique?

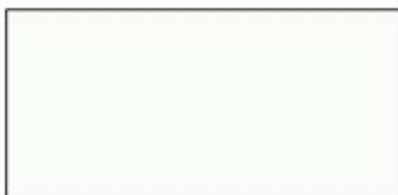
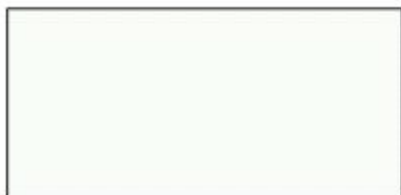
3) Qual a diferença entre a dissolução do sal e do açúcar na água? Explique.

4) Um sal cloreto de sódio (NaCl) é dissolvido em água, o volume da solução formada não muda. Desenhe a solução em nível submicroscópico (modelo de partículas) de modo no qual que as partículas de soluto sejam representadas por ●. As moléculas de água podem ser omitidas para facilitar a visualização do desenho.

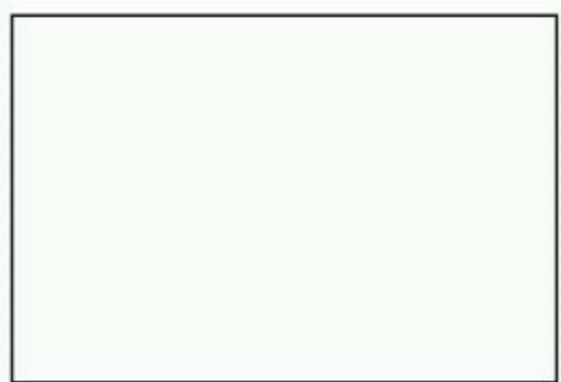
a) A solução representada no esquema possui seis moléculas de soluto.

b) A solução representada no esquema é duas vezes mais concentrada que a do esquema a).

c) A solução representada no esquema é um terço da concentração do esquema b).



5) Desenhe um esquema para mostrar a dissolução do brometo de potássio (KBr) com qualquer concentração em água. Use a legenda para identificar as partículas as quais você utilizou no esquema. Você não precisa desenhar as moléculas de água.



Legenda :

6) Em dois beckers há uma solução aquosa da substância NaBr (brometo de Sódio). No becker A, a solução é o dobro da quantidade do becker B. Desenhe a solução em nível submicroscópico (modelo de partículas) de modo que as partículas de soluto são representadas por ●. Moléculas de água não precisam ser mostradas. Explique cada desenho.

a) Concentração do becker A é a mesma do becker B.



Becker A

Becker B

b) Concentração do becker A é metade da concentração do becker B.



Becker A

Becker B

c) Concentração no becker A é um terço da concentração do becker B.



Becker A

Becker B

ANEXO B
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

SEMINÁRIOS DE ESTÁGIO

PÓS-TESTE

Nome: _____

1- Explique com suas palavras o que você entende por “solução”.

2- Explique com suas palavras o que você entende por “dissolução”.

3- Considere a seguinte situação: Dissolve-se sal na água e forma-se um sistema homogêneo. O sal (NaCl) é um composto iônico (as ligações entre o Na e Cl são iônicas). A molécula de água é polar (as ligações entre os átomos são covalentes polares).

Responda:

- a) Os componentes iniciais sofreram alguma mudança? Qual?
- b) Segundo você como as partículas de sal interagem com as moléculas de água?
- c) Faça desenhos que representem essas interações?

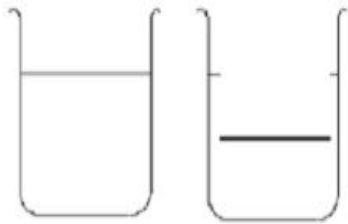
4- Considere essa outra situação: Dissolve-se o açúcar na água e forma-se um sistema homogêneo. O açúcar é um composto molecular (as ligações entre os átomos são covalentes). A molécula de água é polar (as ligações entre os átomos são covalentes polares).

Responda:

- a) Os componentes iniciais sofreram alguma mudança? Qual?
- b) Segundo você como as partículas do açúcar interagem com as moléculas de água?
- c) Faça desenhos que ilustrem essas interações?

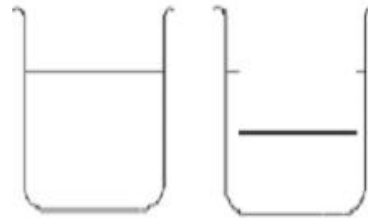
5- Em dois beakers há uma solução aquosa da substância NaBr (brometo de Sódio). No becker A, a solução é o dobro da quantidade do becker B. Desenhe a solução em nível submicroscópico (modelo de partículas) de modo que as partículas de soluto são representadas por ●. Moléculas de água não precisam ser mostradas. **Explique com suas palavras cada desenho.**

a) Concentração do becker A é a mesma do becker B.



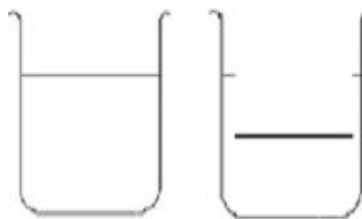
Becker A Becker B

b) Concentração do becker A é o dobro da concentração do becker B.



Becker A Becker B

c) Concentração no becker A é um terço da concentração do becker B.



Becker A Becker B

ANEXO C

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

SEMINÁRIOS DE ESTÁGIO

Problema de soluções

Em nosso dia a dia podemos observar a formação de várias soluções. Como exemplo podemos produzir o chamado **soro caseiro** que consiste em uma solução aquosa de açúcar e sal de cozinha, recomendado para prevenir a desidratação, como exemplo de causas dessa desidratação podemos citar vômitos e diarreias. Com a diarreia ou vômito ocorre perda de água e sais minerais pelo organismo. A função do soro caseiro, por via oral, é a de reposição dessas substâncias perdidas. Um erro na concentração de sal e açúcar pode provocar convulsão em uma criança desidratada.

Pesquise sobre como essa solução é preparada? Quais são as principais “receitas” de soro caseiro encontradas na literatura.

Com base na definição de solução química construída em aula, proponha uma representação para o mecanismo de interação entre as partículas de cada uma das substâncias que constituem o soro.

Para responder o que se pede acima, você deve procurar entender que tipo de interação ocorre entre as partículas que compõem essa mistura (sal + água + açúcar).

Obs.: Explique tudo isso em nível submicroscópico utilizando desenhos e figuras das partículas e das moléculas que compõem a solução.

Dica: A proposição pode se tornar mais simples se explicar detalhadamente a interação de cada uma das substâncias individualmente com a água. Para então poder entender o que ocorre quando as duas estão juntas.

Após, defina qual o processo que ocorreu na formação dessa solução.

ANEXO D

Roteiro para desenvolvimento da atividade da atividade de informática

- 1) A janela para as atividades estará aberta no site www.mocho.pt, mas é necessário para a 1ª atividade encontrar a opção dissolução do cloreto de sódio que está abaixo da opção apontadores nessa janela, após encontrar de um clique e assim abrirá uma nova janela na qual iniciará uma simulação. OBS: (Preste bem atenção e anote tudo que esta observando, pois será solicitado um relatório explicando essa atividade).
- 2) Se for necessário repetir essa 1ª parte da simulação feche essa janela e clique novamente na opção dissolução do cloreto de sódio para reiniciar.
- 3) A 1ª parte da simulação terminará e você precisará clicar na opção ZOOM, logo abaixo do Becker mostrado, assim iniciará a 2ª parte da simulação. OBS: (Preste bem atenção e anote tudo que esta observando, pois será solicitado um relatório explicando essa atividade).
- 4) Leia o passo 2 novamente, caso precise repetir a 2ª parte da simulação.
- 5) Chegando ao final dessa simulação a tela irá congelar, será dado a vocês 5 min para discutirem sobre o que observaram com o colega e responda as questões que seguem para reflexão:

Por que as partículas que formam as moléculas do sal de cozinha - cloreto de sódio (NaCl) - se separam ao entrarem em contato com a água? Que tipo de interação esta ocorrendo entre essas substâncias? Explique sua resposta.

Como se chama esse processo? Explique.

- 6) Feche essa janela.
- 7) Depois de fechada e de volta a janela de atividades, clique agora na opção sais & solubilidade que se encontra abaixo da opção dissolução do sal na água, para iniciar a segunda atividade.

2ª Atividade

Assim que abrir a próxima janela você verá o desenho de um saleiro onde se encontra alguma espécie de sal a ser escolhido e um recipiente onde se encontra água, nesse recipiente você pode notar uma torneira bem acima do desenho e uma abaixo. Podemos ver também nessa janela que temos algumas opções bem acima em inglês cuja tradução se encontra abaixo:

- Table salt: sal de mesa/ sal de cozinha

- Slightly Soluble Salts: sais pouco solúveis (*não utilizaremos*)
- Design a Salt: criar um sal (*não utilizaremos*)

No lado direito temos algumas opções e palavras de importante tradução são elas:

Salt: Sal (indica o sal que se esta utilizando)

-Ions: Íons (indica os íons que compõem o sal, primeiro o cátion depois o ânion)

Exemplo: se for utilizado o sal cloreto de sódio (NaCl), o cátion é o Na⁺ e o ânion é o Cl⁻.

-Dissolved: dissolvidos (indica quantos íons do cátion e do ânion estão dissolvidos no volume de água)

-Bound: sólido (indica quantos íons estão no estado sólido, ou seja não se dissolveram)

-Total: total (indica o total de íons que a mistura já possui)

Water: água

-Volume: volume (indica a quantidade de volume de água que o recipiente possui)

-Liters: litros (unidade de medida do volume)

Agora que você já conhece quais são as opções, é importante saber como funciona: i) O saleiro você pode movê-lo clicando e segurando o botão esquerdo do mouse em cima dele e o movimentando, assim é liberado uma quantidade de sal, quanto mais você o sacode mais ele liberará sal; ii) Através das torneiras, você pode adicionar mais água na de cima e retirar água na de baixo clicando e segurando com o botão esquerdo do mouse em cima de cada torneira, movimentando o mouse para direita em ambas.

Iniciando a atividade:

- 1) Clique na opção table salt/ sal de mesa e escolha um volume de solução, abrindo a torneira de cima ou a debaixo, após ajustar o volume desejado - anote-o, inicie a introdução do sal movendo o saleiro, continue introduzindo sal até notar algumas partículas ficarem fixas em alguma parte do recipiente e anote os dados dos tópicos: íons, dissolvidos, sólidos e total, agora ajuste o volume até que todas as partículas fiquem solúveis (*adicione o volume nessa etapa lentamente*) e anote os dados. OBS: (*Preste bem atenção e anote tudo que esta observando, pois será solicitado um relatório explicando essa atividade*).
- 2) Após fazer o que se pede no tópico anterior a atividade estará encerrada, discuta com seu colega sobre o que observaram nessa atividade e responda as questões que seguem para reflexão:

Qual o significado para você de algumas partículas, após a adição de mais sal, ou se depositarem no fundo do recipiente ou ficarem aderidas as paredes do mesmo, o que isso quer dizer? Explique sua resposta.

O que se pode concluir dos dois testes? (Antes e após o ajuste do volume.) Explique sua resposta.

3) Faça um relatório sobre essa atividade, seguindo os passos do modelo de relatório que vimos nas aulas anteriores.

Bom Trabalho!!!!

ANEXO E

Roteiro para desenvolvimento da atividade de laboratório

Título da atividade prática: Relação entre as quantidades das substâncias quando elas formam soluções

Introdução:

Ao estudarmos a propriedade da solubilidade em aula vimos que, quando colocamos uma substância sólida – Cloreto de Sódio (NaCl) – em água, formou-se uma mistura homogênea, isto é, não mais pudemos distinguir a fase sólida da líquida. A este processo dá-se o nome de **dissolução** e a mistura homogenea obtida de **solução**.

Quando uma solução é formada, as partículas de duas substâncias se interagem. Quando uma solução líquida é formada pela dissolução de um sólido em um líquido convencionou-se chamar o sólido de **soluto** e o líquido de **solvente**.

Nessa experiência você vai estudar o sistema resultante da dissolução de sulfato de cobre – CuSO_4 – em água a fim de aprender como se expressam às relações entre as quantidades dos componentes deste sistema.

Material:

1 bastão de vidro; 1 estante para tubos de ensaio; 1 pipeta de plástico de 3 ml; 3 tubos de ensaio grande; quantidades pré-pesadas de sulfato de cobre (0,4, 1,5 e 0,8g).

Procedimento:

1. Numero os tubos de 1 a 3.
2. Transfira as quantidades pré-pesadas 0,4, 1,5 e 0,8 de sulfato de cobre – CuSO_4 – para os tubos 1, 2 e 3, respectivamente.
3. Coloque no tubo nº 1 uma quantidade de água correspondente a 5 ml.
4. Com a ajuda do bastão, agite **CUIDADOSAMENTE** o sistema até não mais observar modificações nele.
5. Transcreva os valores de massa e volume usados e anote suas observações na tabela 1, abaixo.
6. No tubo nº 2, coloque 5 ml de água.
7. Proceda como em 4 e 5 para este sistema.
8. No tubo nº 3, coloque 10 ml. de água.
9. Mais uma vez, proceda como em 4 e 5.

Tabela 1

Tubo	Massa de sulfato de cobre (CuSO₄) em g	Volume da solução (mL)	Observações
1			
2			
3			

Questões

1. A partir de suas observações registradas na Tabela 1. ordene as soluções em ordem crescente de intensidade de cor.
2. Como pode ser explicada esta variação de intensidade de cor ?
3. a) Em qual solução você encontrou mais dificuldade para dissolver sulfato de cobre ?
b) Se filtrássemos esta solução e ao líquido resultante adicionássemos mais um pouco de sulfato de cobre, o que aconteceria ?
c) Justifique sua conclusão do item anterior.
4. Para a solução nº 1, calcule a razão que existe entre a massa de sulfato de cobre dissolvida (em gramas) e o volume da solução (em litros).
5. Para a solução nº 2, calcule a razão que existe entre a massa de sulfato de cobre dissolvida (em gramas) e o volume de solução (em litros).
6. Para a solução nº 3, calcule a razão que existe entre a massa de sulfato de cobre dissolvida (em gramas) e o volume a solução (em litros).
7. Releia suas observações em relação à solução nº 2 registradas na Tabela 1. Reconsidere a sua resposta da questão 5. Como a razão entre a massa de sólido realmente dissolvido e o volume da solução poderia ser calculado neste caso ?
8. Algumas substâncias sólidas podem se apresentar na forma hidratada, isto é, a cada partícula desta substância existe associado em certo número de partículas de água. O sulfato de cobre é uma dessas substâncias e pode se apresentar na forma anidra (sem água)- CuSO₄, sólido esbranquiçado – e na forma hidratada CuSO₄.5H₂O, sólido azul. Estas partículas de água, por constituírem a partícula da substância sulfato de cobre, devem ser consideradas para os cálculos

da massa molar desta substância somando-se o seu valor com o da massa molar da substância na forma anidra. Calcule então a massa molar do sulfato de cobre usado nesta experiência.

9. Qual a quantidade de matéria presente na amostra dissolvida para a formação da solução nº 1 ?

10. Para a solução nº 1 calcule a relação que existe entre a quantidade de matéria dissolvida (n) e o volume da solução (em litros).

11. Qual a quantidade de matéria presente na amostra dissolvida para a formação da solução nº 3 ?

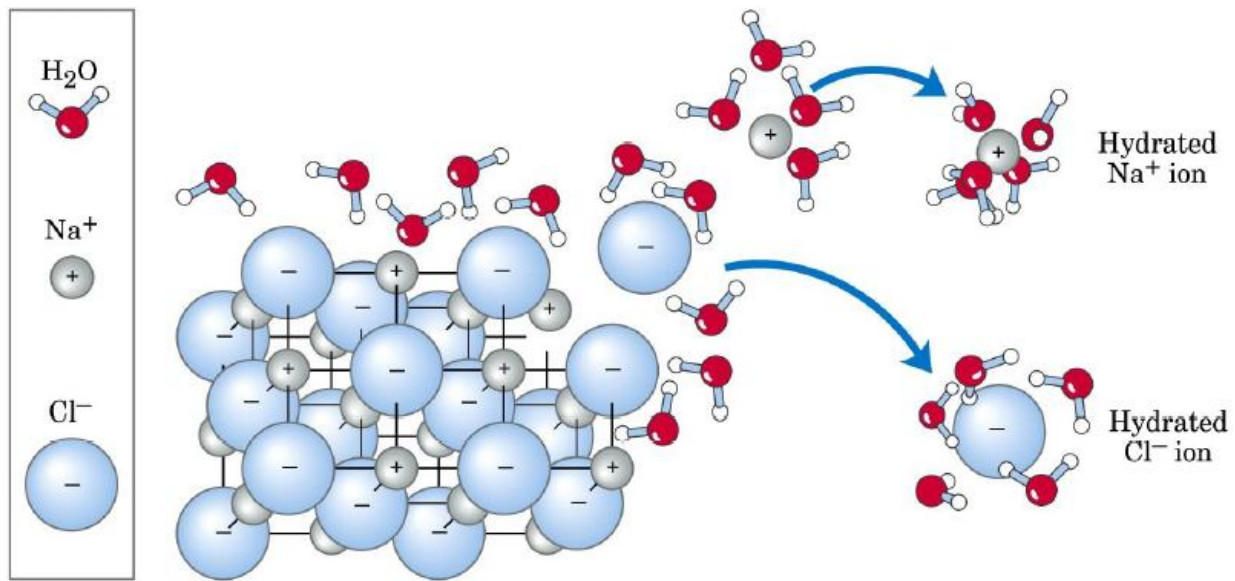
12. Para a solução nº 3 calcule a relação que existe entre a quantidade de matéria dissolvida (n) e o volume da solução (em litros).

13. O que você observa ao comparar os valores encontrados nas questões 4 e 6 e nas questões 10 e 12?

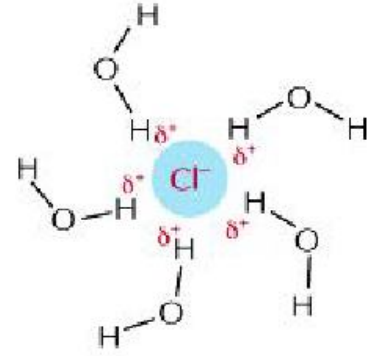
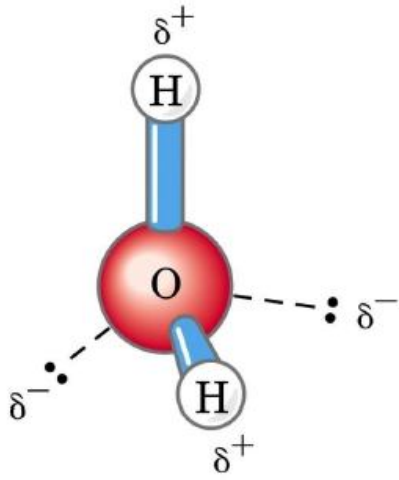
14. A que você atribui estes resultados ?

Bom Trabalho!!!!

ANEXO F

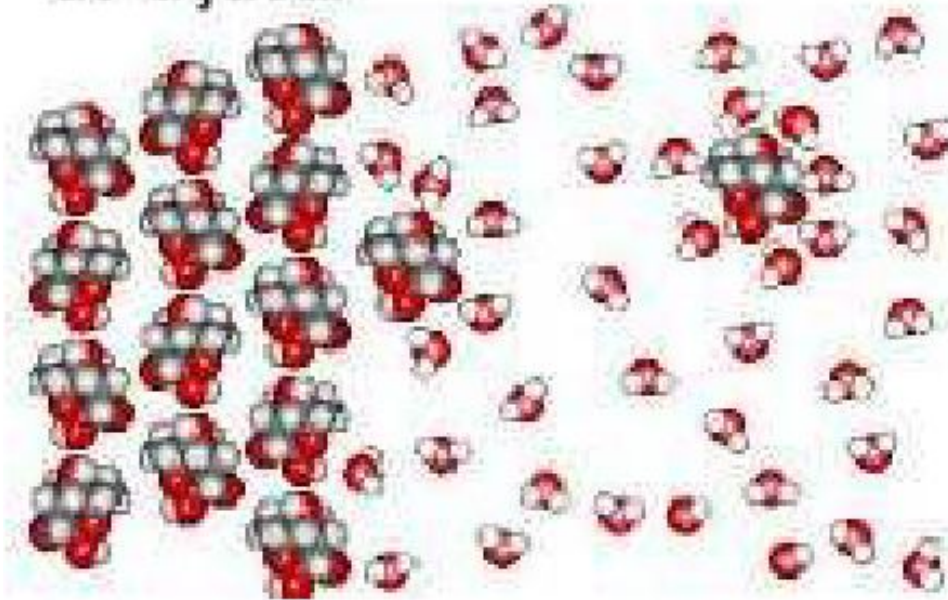


ANEXO G



ANEXO H

solubilização do açúcar



ANEXO I

