

UM ESTUDO SOBRE A EVOLUÇÃO CONCEITUAL DOS ESTUDANTES NA CONSTRUÇÃO DE MODELOS EXPLICATIVOS RELATIVOS AO CONCEITO DE SOLUÇÃO E AO PROCESSO DE DISSOLUÇÃO.

A STUDY OF STUDENT'S EXPLANATORY MODELS OF SOLUTION AND DISOLVING.

Miriam Possar do Carmo¹

Simone Alves de Assis Martorano², Maria Eunice Ribeiro Marcondes³

¹Universidade de São Paulo/Instituto de Química /mipcarmo@iq.usp.br

²Universidade de São Paulo/Instituto de Química /simonemt@iq.usp.br

³Universidade de São Paulo/Instituto de Química /mermarco@iq.usp.br

Resumo

Este estudo investigou como evoluem as concepções dos estudantes de escolas do Ensino Médio da Rede Pública, sobre alguns conceitos envolvendo o tema solução e o processo de dissolução frente a situações de ensino estruturadas para provocar reflexões sobre suas próprias idéias.

Partiu-se do pressuposto de que os estudantes possam ficar insatisfeitos com suas teorias de momento quando o que acreditam entra em contradição com novas informações. Desta forma, um ensino estruturado e voltado para a construção de significados, dentro do tema soluções, permitiu aos estudantes atingirem um nível de abstração mais complexo desde uma visão macroscópica para uma visão microscópica, interpretando o processo de dissolução como um conjunto de interações entre as partículas constituintes da solução.

Os resultados obtidos basearam-se na análise das concepções dos estudantes, antes, durante e após o processo de ensino, o que possibilitou a elaboração de níveis explicativos, que permitiram a interpretação da evolução dessas concepções.

Palavras-chave: Soluções, evolução conceitual e níveis explicativos.

Abstract

The primary aim of the paper was to study the evolution of grade junior high student's conceptions in two public schools as to concepts dealing with the solution theme, and the use of such conceptions in the development of a model which allows an interpretation of the dissolution process as body of interaction among the forming particles of the system.

It is understood that students may be unsatisfied with their current theories, when they allegedly contradict new information. In this way, a process was developed to encourage and bring about discussions and reflections about such conceptions, aiming their reconstruction to levels of higher abstraction.

The results obtained were based on a study of the students' conceptions before, during, and after the teaching process, and that made an elaboration of explicative levels possible allowing the interpretation of conception evolution from its macroscopic to its microscopic notions within the chosen theme.

Keywords: Solution, explanatory models, chemistry teaching.

Introdução

Considerando que as concepções prévias dos estudantes desempenham papel fundamental no estabelecimento de estratégias que sejam capazes de provocar sucessivas evoluções na forma de pensar e reconhecendo a aprendizagem como sendo construída e reconstruída de forma ativa e contínua pelos estudantes, o presente estudo foi pautado em pressupostos construtivistas. Segundo Perez (1993), as principais características da visão construtivista podem ser resumidas nos princípios:

“Quem aprende constrói significados. Não reproduz o que lê ou o que se ensina.”

“Compreender algo supõe estabelecer relação (...). Os fragmentos de informações isolados são esquecidos ou resultam inacessíveis à memória.”

Com base nesses princípios, a idéia de contemplar a aprendizagem como uma evolução conceitual tornou-se o foco dessa investigação. O tema “solução” foi escolhido para este propósito por diferentes razões. Está relacionado a situações do dia-a-dia dos estudantes, uma vez que muitas das substâncias que encontram em suas vidas diárias se apresentam como soluções, por exemplo: bebidas, plasma sanguíneo, água mineral, ar atmosférico, aço. Assim, os estudantes desenvolvem suas próprias idéias sobre soluções mesmo antes do ensino formal. O entendimento de tais idéias poderia representar uma sistematização e interpretação das situações, nas quais o aluno para elaborar seu modelo explicativo, poderá pôr em ação noções como: ligações químicas, substâncias, modelo particular da matéria, interações químicas, retomando-as em níveis diferentes na sua estrutura conceitual. Do ponto de vista do currículo de química, é um tema básico, pois tópicos como transformações químicas, eletroquímica e equilíbrio químico estão relacionados com soluções.

Desta forma, considerando a relevância do tema, procurou-se a partir de outros estudos de investigação verificar as principais dificuldades de aprendizagem relacionadas aos aspectos qualitativos do conceito de solução e do processo de dissolução, que poderiam auxiliar no planejamento de um ensino que pudesse minimizar tais dificuldades. Assim sendo, alguns estudos têm mostrado que os estudantes não utilizam o modelo atômico-molecular para explicar o processo de dissolução (Sanchez Blanco et al, 1997). Muitas das explicações que os estudantes manifestam para o fenômeno de dissolução se baseiam nos aspectos perceptíveis e em situações que vivenciam no seu dia-a-dia. Às vezes, os alunos até entendem o fenômeno que está ocorrendo, porém lhes falta o vocabulário adequado para se expressarem e acabam por empregar diversos termos, que não condizem com o que realmente pensam. Por exemplo, ao expressarem as mudanças que ocorrem com o soluto, utilizam termos tais como: desaparecimento; quebra (insinuando a subdivisão do soluto); fusão e decomposição (Prieto et al, 1989). Associam a dissolução de um sólido em um líquido a uma transformação química e apresentam dificuldades na superação da linguagem cotidiana ao expressarem suas concepções (Longden et al, 1991). Os alunos estabelecem poucas relações conceituais para explicarem o fenômeno de dissolução (Echeverria, 1993). Confundem os termos soluto e solvente; apresentam uma visão contínua da matéria; atribuem propriedades macroscópicas a entidades microscópicas e associam a dissolução à densidade dos materiais (Sanchez Blanco et al, 1997; Ebenezer e Erickson, 1996). Para os alunos a dissolução está ligada somente ou principalmente ao soluto (Abraham et al, 1992; Blanco e Pietro, 1997).

Nesse sentido, decidiu-se orientar a 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 microscópica, 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.
- a construção do conceito de solubilidade como a quantidade de soluto capaz de se dissolver em uma dada quantidade de solvente em determinadas condições de temperatura e pressão, para em seguida, evoluir para conceitos de solução saturada e insaturada. Considerou-se que o conceito poderia desencadear idéias relativas às interações que ocorrem entre soluto e solvente na formação das soluções.
- 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 possa consolidar os conceitos e levar a uma aprendizagem significativa.

Considerou-se, neste trabalho, que em um processo de evolução conceitual, as concepções prévias dos estudantes devem ser identificadas pelo professor e reconhecidas pelos alunos para que possam ser perturbadas e reorganizadas (Chinn e Brewer, 1993). Portanto, consideraram-se, na elaboração das atividades de ensino aqui propostas, estratégias baseadas na explicitação das concepções através de situações problemáticas potenciais, com a finalidade de o aluno poder identificar a validade de suas idéias e reestruturá-las (Mortimer, 2000). Admitiu-se que as concepções iniciais e outras advindas de novas informações e novas relações sociais possam coexistir e os alunos possam, então, discernir quais devam acionar para explicarem os fenômenos (Oliva Martínez, 1999; Wheathley, 1991). Desta forma, a evolução conceitual é vista como a incorporação e eliminação de certas qualidades da concepção inicial, a qual se modifica não sendo considerada fria e isolada, mas dependente de fatores, tais como: motivação; afetividade e contexto da sala de aula (Pintrich et al, 1993; Limón, 2001; Weaver, 1998).

A evolução do conhecimento dos alunos foi interpretada com base no modelo teórico desenvolvido por Benarroch (2000, 2001), no qual a autora distingue dois diferentes níveis de generalidade na organização cognitiva dos alunos: esquemas operatórios e esquemas específicos. Os esquemas operatórios seriam responsáveis pelos efeitos de transferência originados pelo desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Os esquemas específicos seriam dependentes do conteúdo que surgem de abstrações simples e empíricas das propriedades dos objetos. Segundo a autora, aprender ciência é um processo gradual, durante o qual as estruturas iniciais são continuamente enriquecidas e reestruturadas, de forma que a evolução conceitual do aluno pode ser investigada a partir da interpretação das respostas dos alunos a determinadas situações, distinguindo-as entre o plano observável e o plano não observável do sujeito (modelo cognoscitivo de Marin). No plano observável situam-se as respostas que podem acionar estruturas internas em níveis de menor reflexão, e no plano não observável encontram-se os esquemas operatórios e os esquemas específicos que ativam estruturas cognitivas em maiores níveis de abstração. De acordo com este modelo, neste trabalho, os esquemas explicativos apresentados pelos alunos frente a situações problemáticas, foram agrupados em níveis explicativos, após aproximações sucessivas de suas respostas e serão descritos a seguir.

Metodologia

O estudo contou inicialmente com 101 estudantes do ensino médio de 2^a e 3^a série de duas escolas da Rede Pública de Ensino situadas em uma região urbana industrial do Estado de São Paulo, Brasil. Esses alunos ainda não haviam passado pelo ensino formal de soluções. Para configuração da evolução conceitual, foram envolvidos 59 estudantes: (9 alunos da 2^a série A, 19 alunos da 2^a série B, 11 alunos da 2^a série G e 20 alunos da 3^a série, idades variando de 15 a 18 anos), os quais participaram efetivamente de todas as etapas do processo. Foi feito inicialmente um diagnóstico das concepções dos estudantes através de um instrumento com questões abertas para que os alunos manifestassem suas idéias sobre o conceito de solução e o processo de dissolução, tanto em termos macroscópicos quanto microscópicos. A partir dos dados obtidos foram elaboradas cinco atividades de ensino, potencialmente capazes de gerar conflitos cognitivos e fornecer dados para reelaboração conceitual. As atividades eram desenvolvidas, primeiramente, em pequenos grupos, seguindo-se de discussões entre toda a classe.

As atividades 1 e 2 visavam a elaboração do conceito de solução como mistura homogênea de substâncias diferenciando-a de substância pura. Os alunos observaram alguns sistemas representativos de substâncias puras, misturas homogêneas de substâncias e misturas heterogêneas de substâncias. A seguir deveriam selecionar entre os sistemas, aqueles que consideravam representativos de substância pura e apontar o critério que adotaram para a seleção. A aparência homogênea do sistema foi o principal argumento dos alunos para a seleção deste como substância pura. Para conflitar a idéia de que a homogeneidade não era uma característica própria somente das substâncias puras, realizou-se a cromatografia de tinta de caneta. Diante dos resultados os alunos puderam refletir sobre a validade de suas idéias e elaboraram o conceito de solução. A seguir foi solicitado, sob a orientação da professora, que construíssem um mapa conceitual para verificar de que forma os conceitos construídos nesta fase estavam organizados em suas estruturas cognitivas. Após análise dos mapas conceituais, visto que o conceito de solução ainda não se encontrava firmado pelos alunos, investiu-se na retomada e sistematização dos conceitos. Outros sistemas foram apresentados e algumas soluções foram preparadas na perspectiva de investir em outras idéias, tais como: fases, componentes, soluto, solvente e desmistificar a concepção de que as soluções eram constituídas apenas por sólidos dissolvidos em líquidos.

Na atividade 3 e 4 visou-se a elaboração do conceito de solubilidade e ampliação das idéias de homogeneidade na diferenciação entre solução saturada e insaturada. A atividade foi desenvolvida em grupos de, no máximo, cinco alunos. Neste experimento os alunos deveriam dissolver “colheradas” de açúcar e “colheradas” de sal em recipientes contendo o mesmo volume de água à mesma temperatura, até perceberem a saturação da solução. Em um primeiro momento, os alunos realizaram o experimento, discutiram e confrontaram suas opiniões. Houve a necessidade da intervenção da professora junto a cada equipe, auxiliando os alunos a organizarem suas idéias, refletirem sobre elas, além de motivar as discussões. Em um segundo momento, foram retomados e sistematizados os conceitos sobre solubilidade, solução saturada e insaturada. Trabalhou-se com a análise de gráficos e tabelas, exploraram-se as idéias sobre a influência da agitação e da temperatura na solubilização das substâncias, através de experimento simples como a dissolução de cristais de permanganato de potássio em água. Contextualizou-se a atividade por meio da discussão de texto que explorava a solubilização do oxigênio na água e a sua importância na existência de vida aquática.

A atividade 5 objetivou a construção de um modelo explicativo para a dissolução, como um conjunto de interações entre as partículas do soluto e do solvente. A princípio o aluno, foi motivado a exemplificar alguns materiais que dissolviam e outros não. Em seguida deveriam

fornecer uma explicação para o fato de o material dissolver ou não. Como a densidade foi o principal argumento apontado pelos alunos para justificarem suas idéias, houve a necessidade desta concepção ser conflitada. Isto foi realizado pela apresentação de uma tabela que ilustrava dados referentes à densidade e a solubilidade das principais substâncias que foram utilizadas nas outras atividades. Ao compararem os dados, puderam perceber que não era a densidade que justificava a solubilidade das substâncias. Desta forma, foi realizada a retomada dos conceitos de interações atômicas e moleculares, visto que estes conceitos não foram acionados pelos alunos para justificar o processo de dissolução. Após as discussões, figuras ilustrativas do retículo cristalino e das ligações de hidrogênio foram apresentadas. Os alunos foram então, solicitados a elaborarem um modelo representativo, do que eles acreditavam que aconteceria ao colocarmos aquelas figuras em contato. Deveriam também fornecer explicações a respeito do modelo desenhado. Seus modelos representativos e explicativos foram então recolhidos para análise. Uma explicação sobre o processo de dissolução do cloreto de sódio em água foi apresentada pela professora. A idéia fundamental era a de que, as interações entre as partículas do soluto e do solvente se rompiam e novas interações se formavam entre soluto e solvente.

Os dados foram coletados através de gravação das aulas em áudio e vídeo; folhas de trabalho com questões aplicadas no decorrer do processo de ensino, mapas conceituais elaborados pelos estudantes. A partir da análise das respostas dos alunos, devido aos diferentes instrumentos de coleta de dados, foram elaboradas categorias de análise dentro de três dimensões: 1^a dimensão: caracterização da solução como uma mistura homogênea de substâncias, abrangendo as atividades 1 e 2. 2^a dimensão: ampliação das idéias de homogeneidade na construção do conceito de solubilidade e na diferenciação entre solução saturada e insaturada, abrangendo a atividade 3. 3^a dimensão: construção e utilização de um modelo de interações entre as partículas constituintes da solução (sólido/solvente) que justifique o processo de dissolução, abrangendo as atividades 4 e 5. Como ferramentas para auxílio da análise dos dados, foram utilizadas as planilhas elaboradas em cada uma das dimensões, com recursos do programa da Microsoft Office Excel 2003 (planilha de dados), utilizando a função lógica, a qual permitiu estabelecer relações entre as categorias de análise, uma em função da outra, dentro das três dimensões.

Após um mês do término das atividades, foi feito um diagnóstico das concepções dos estudantes utilizando-se um instrumento com questões sobre os conceitos abordados no processo de ensino, para verificar como os conceitos elaborados na fase do ensino foram estruturados pelos estudantes. Desta forma, as concepções apresentadas pelos estudantes foram agrupadas em dez níveis explicativos, elaborados a partir das idéias manifestadas em cada uma das fases: (A) antes do ensino, (D) durante o ensino - com explicações abrangentes da 1^a, 2^a e 3^a dimensões - e (P) após o ensino, de acordo com concepções apresentadas no diagnóstico final. As explicações dos estudantes apresentaram as seguintes características:

- explicações macroscópicas, fundamentadas nos aspectos perceptíveis e abrangem os níveis I, II, III e IV;
- explicações pseudomicroscópicas, nas quais os alunos ultrapassam a barreira do observável, e surgem elementos microscópicos; no entanto são atribuídos aos mesmos características macroscópicas. Abrangem os níveis V, VI, VII;
- explicações microscópicas, nas quais as explicações dos alunos são enriquecidas com elementos microscópicos, níveis VIII, IX e X.

Quadro 1 – Descrição resumida dos 10 níveis explicativos.

Característica das Explicações	Nível Explcativo	Concepção apresentada
Explicações Macroscópicas	I	O aluno não apresenta o conceito de solução. Explica o processo de dissolução com base nos aspectos perceptíveis e não faz referência alguma a partículas. Não diferencia soluções saturadas das insaturadas e não apresentam o conceito de solubilidade.
	II	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. O aluno não diferencia solução saturada de insaturada e não apresenta o conceito de solubilidade.
	III	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. O aluno passa a diferenciar solução saturada da insaturada, construindo o conceito de solubilidade, mas não o amplia para justificar o processo de dissolução.
	IV	O conceito de solução é definido como uma mistura homogênea de substâncias. Os alunos diferenciam solução saturada da insaturada, constroem o conceito de solubilidade e não o ampliam para justificar o processo de dissolução.
Explicações pseudomicroscópicas	V	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Nas explicações referentes ao processo de dissolução aparecem referências a partículas com atributos characteristicamente macroscópicos. O aluno não diferencia soluções saturadas das insaturadas e não apresenta o conceito de solubilidade.
	VI	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Os alunos diferem as soluções saturadas das insaturadas e constroem o conceito de solubilidade, no entanto, não o ampliam para justificar o processo de dissolução.
	VII	O conceito de solução é definido como uma mistura homogênea de substâncias. Os alunos diferem as soluções saturadas das insaturadas e constroem o conceito de solubilidade, no entanto, não o ampliam para justificar o processo de dissolução.
Explicações microscópicas	VIII	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Os alunos diferenciam soluções saturadas das insaturadas, constroem o conceito de solubilidade, mas não o ampliam para justificar a dissolução. Avançam na interpretação da dissolução com a utilização de modelos microscópicos, considerando interações entre as partículas constituintes da solução. No entanto, suas explicações aparecem carregadas de erros conceituais.
	IX	O conceito de solução é definido como uma mistura homogênea de substâncias. Os alunos diferenciam soluções saturadas das insaturadas, constroem o conceito de solubilidade, mas não o ampliam para justificar a dissolução. Avançam na interpretação da dissolução com a utilização de modelos microscópicos considerando interações entre as partículas constituintes da solução. No entanto suas explicações aparecem carregadas de erros conceituais, ainda incoerentes com a visão científica.

	X	Os alunos constroem o conceito de solução. Eles diferenciam soluções saturadas das insaturadas, constroem o conceito de solubilidade. Avançam na interpretação da dissolução com a utilização de modelos microscópicos considerando interações entre as partículas constituintes da solução coerente com a visão científica.
--	---	--

Principais Resultados

Da análise das concepções iniciais pode-se verificar entre as concepções dos alunos: dificuldade na diferenciação entre substância pura e mistura de substâncias (40%); associação da solução ao ato de misturar, não havendo destaque em relação à homogeneidade do sistema (71,3%); diluição associada ao sinônimo de dissolução (87%); modelos representativos tipicamente homogêneos, no entanto, tal característica não era explicitada em seus modelos explicativos (76,2%); necessidade de um líquido para a obtenção de uma solução (66%); visão contínua da matéria, tanto para o soluto (62%) quanto para o solvente (98%); modelos explicativos fortemente apoiados nos aspectos perceptíveis do fenômeno (89,1%); dificuldades no estabelecimento de relações conceituais para interpretar o processo de dissolução; relação da solubilização dos materiais com a densidade (40%) e características (granulação, porosidade) dos mesmos (15%); falta de idéias relacionadas à solução saturada e insaturada (54%).

Da análise das concepções dos alunos durante a fase de intervenção os principais resultados destacam: Na 1^a Dimensão (categorias não exclusivas) – 57% dos alunos diferenciaram substância pura de mistura de substâncias; 27,1% dos alunos passaram a caracterizar a solução como uma mistura homogênea de substâncias. Na 2^a dimensão (categorias não exclusivas) – 84,7% dos alunos construíram o conceito de solubilidade e passaram a diferenciar solução saturada de solução insaturada; 44,1% dos alunos apresentaram uma evolução das noções macroscópicas para as pseudomicroscópicas em relação às explicações para o processo de dissolução. Na 3^a dimensão – 55,9% dos alunos construíram um modelo explicativo microscópico, considerando interações entre as partículas constituintes da solução ainda que incoerentes com a visão formal; 15,3% dos alunos construíram um modelo explicativo microscópico para interpretar o processo de dissolução, coerente com a visão formal.

Após a fase de intervenção, os resultados apresentados, evidenciaram que 40,7% do total de alunos, compreenderam a diferença entre uma substância pura e uma mistura de substâncias. A noção de que a solução é constituída de uma mistura homogênea de substâncias foi atingida por 37,3% dos alunos. Verificou-se que a influência dos aspectos perceptíveis persistiu, pois 40,7% dos alunos mantiveram a idéia de que a solução é simplesmente uma mistura de substâncias, sem caracterizarem as fases do sistema. A exigência de água no processo de dissolução ocorreu com 76,3% dos alunos. O reconhecimento, pelos alunos, da existência de soluções sólidas e gasosas contou com 86,4% dos alunos. O conceito de solubilidade foi construído por 72,9% dos alunos, os quais diferenciavam solução saturada das soluções insaturadas. O processo de dissolução foi interpretado por 15,3% dos alunos que apresentaram uma visão pseudomicroscópica do processo e 20,3% aproximaram suas explicações a um modelo microscópico que considerava interações entre as partículas dos constituintes da solução, ainda que incoerentes com a visão científica.

A configuração dos alunos, nos níveis explicativos em todas as fases do ensino, revela que, segundo Benarroch (2000, 2001), os esquemas específicos e gerais dos alunos causaram, durante as situações de ensino, a transformação dos dados perceptíveis em respostas mais

significativas. A seguir o gráfico abaixo, apresenta a distribuição dos estudantes em níveis explicativos em todas as fases do ensino.

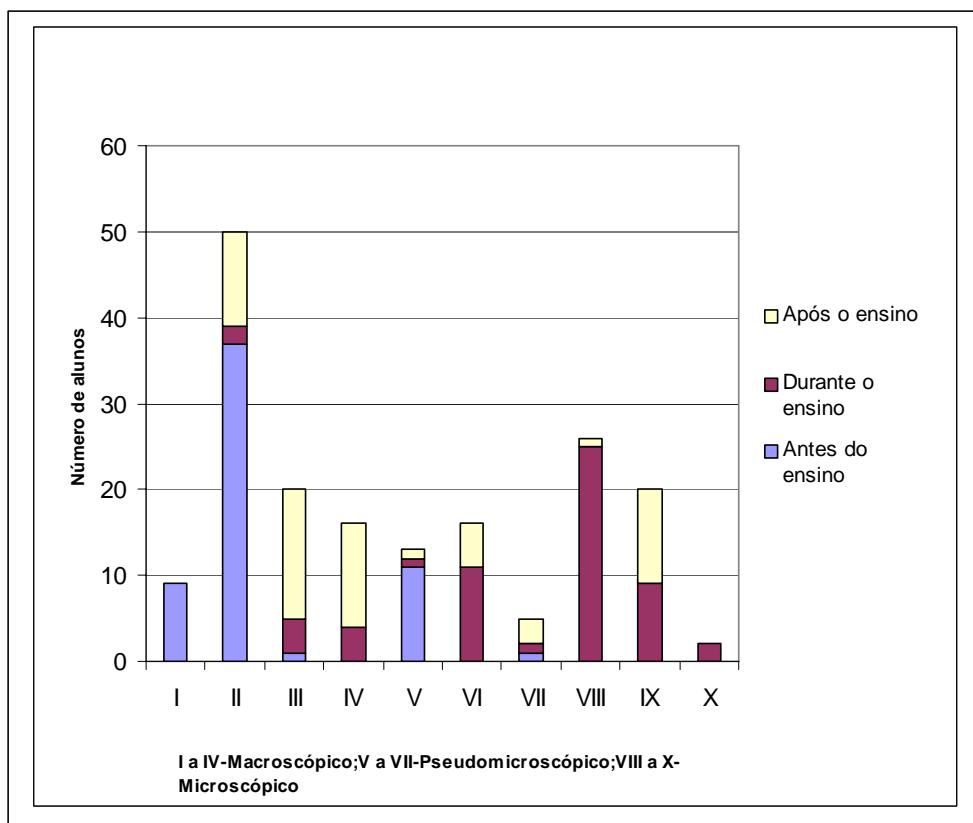


Gráfico 1 – Distribuição dos alunos em níveis explicativos durante as fases do ensino.

Também se pode ilustrar com o gráfico a seguir, a porcentagem dos alunos em cada fase do ensino, de acordo com a visão: macroscópica, pseudomicroscópica e microscópica.

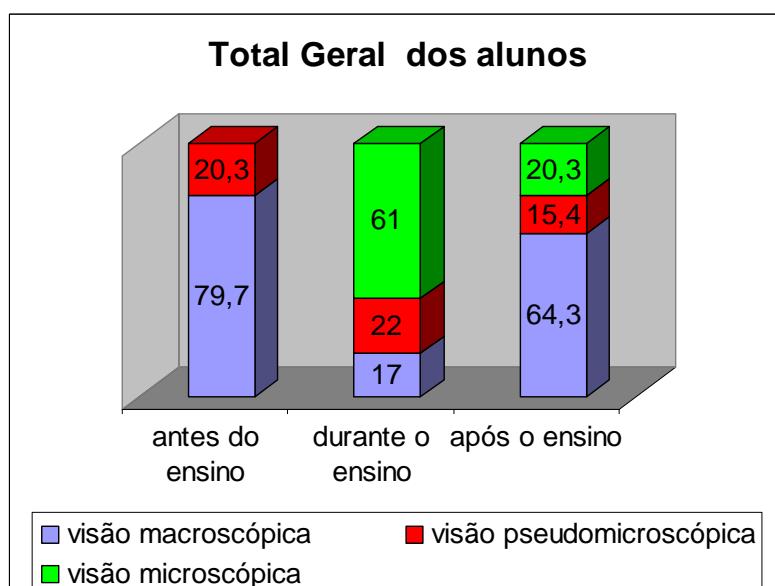


Gráfico 2 – Total de alunos de acordo com a fase de ensino e as visões macroscópica, pseudomicroscópica e microscópica.

Os resultados revelaram que a maioria dos alunos 79,7%, antes do ensino, apresentava uma visão macroscópica do processo de dissolução, dos quais, 62,7% concebiam a solução como uma mistura de substâncias e não diferenciavam entre solução saturada e insaturada.

Embora não tenham sido mostrados os dados referentes às turmas em separado, apresentam-se a seguir algumas análises específicas. A visão macroscópica se tornou mais evidente entre os alunos da 3^a série D, o que pode estar ligado ao fato de que estavam mais habituados a pensar sobre o real. Apesar de ocorrerem concepções pseudomicroscópicas em todas as turmas, antes do ensino, foram atribuídas às partículas, características macroscópicas. Na 2^a série G, esta visão foi menos acentuada, 18,2% dos alunos, dada a dificuldade de estabelecerem relações conceituais. Durante a fase de ensino, verificou-se que, na 2^a série A houve extinção dos níveis explicativos I, II, III, IV (explicações com características macroscópicas) e os alunos progrediram, transpondo a barreira do observável, pois em suas explicações começaram a surgir características pseudomicroscópicas, com 44,4% dos alunos, sendo que 55,5% destes progrediram ao utilizar um modelo microscópico que considerasse as interações entre as partículas constituintes da solução. Na 2^a série B, houve um pequeno avanço para os níveis VIII e IX com 47,4% e 10,5% dos alunos respectivamente. Estes alunos sempre se mostraram mais questionadores e interagiam durante as atividades.

Percebeu-se, entre as turmas, que na 2^a série A e na 2^a série G, houve durante a fase de ensino, uma transição gradual de explicações pseudomicroscópicas para as de interpretação microscópicas. Podemos inferir que a 2^a série A, por apresentar alunos questionadores, sentiram a necessidade, de um período maior de discussões centradas em explicações de nível pseudomicroscópico. Na 2^a série G, foi necessário maior investimento, procurando-se provocar a participação desses alunos, uma vez que apresentavam dificuldades de exporem suas concepções. Entre os alunos da 2^a série B e da 3^a série, o progresso das concepções do nível macroscópico para o microscópico ocorreu de forma mais direta. Talvez este fato possa estar relacionado a um ensino anterior que valorizou mais os aspectos microscópicos, o que permitiu aos alunos mais facilidade no estabelecimento de relações conceituais.

As turmas; 2^a série A, 2^a série B e 3^a série D, foram as que mais se aproximaram de um modelo cientificamente aceito, durante o processo de ensino. No entanto não se pode ocultar a significativa evolução conceitual dos alunos da 2^a série G, os quais, no inicio do ensino, evidenciaram poucos conhecimentos microscópicos, mas que, ao longo do ensino, passaram de um nível fundamentalmente concreto, nível II, para um de maior abstração, nível VII. Os resultados revelaram também que, depois de atingido o nível VIII, os alunos apresentaram dificuldades para avançar a níveis superiores (IX e X), pois para tal era necessária a apropriação de palavras corretas para expressarem conceitos pertinentes à solução e uma exigência maior no que diz respeito ao estabelecimento de relações conceituais.

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 substâncias, foi construído por 44% dos alunos, o que pode ter contribuído para o entendimento do processo de dissolução em nível mais elevado de abstração. Os conceitos de solução saturada e insaturada foram construídos por 79,6% dos alunos, e isto evidenciou que a participação efetiva do aluno, realizando o experimento, confrontando suas idéias, argumentando, discutindo, leva à construção dos conceitos com mais facilidade. Explicações coerentes, em termos de um modelo microscópico para justificar o processo de dissolução, foram construídas por 20,3% dos estudantes, ainda que carregados de uma terminologia não efetivamente adequada. A evolução

conceitual dos alunos, de níveis concretos, com pouca abstração para níveis conceituais mais complexos de cognição, mostrou-se razoável com 33,9% dos alunos. A 2^a série G foi a turma que exigiu maior atenção durante o processo de ensino, dada a dificuldade apresentada pelos alunos quanto a expor suas idéias e relacioná-las às novas idéia que surgiam. Foi difícil aos estudantes perceberem a utilidade de um modelo microscópico, uma vez que estavam habituados a raciocinar sobre o real. Fatores motivacionais se mostraram significativos para a construção dos conceitos.

Além da construção de um instrumento de análise (níveis explicativos) que permitiu avaliar o progresso da evolução das concepções dos alunos. A estratégia de ensino aqui proposta, apresenta vantagem incalculável para o desenho das intervenções didáticas, pois nesta pesquisa, procurou-se ir além do conhecimento das concepções alternativas, propondo estratégias de ensino que pudessem contribuir para a superação das mesmas e apresentar aos professores, um modelo de ensino, especificamente dentro do tema solução, para que se arrisquem no planejamento de outros.

Desta forma, podemos considerar a importância da identificação das concepções prévias dos alunos, para que se possa mediar um plano de ação que contribua para a construção do conhecimento e também, a necessidade de se planejar situações problematizadoras que façam explicitar as concepções dos alunos e os encorajem a evoluir em seus conceitos, habilidades e atitudes, considerando que a motivação e a afetividade desempenham papéis importantes no contexto da aula, além dos aspectos de domínio cognitivo.

Referências

- ABRAHAM, M R; GRZYBOWSKY, E B; RENNER, J W, MAREK, E A. "Understandings and Misunderstandings of Eighth graders of Five Chemistry Concepts found in textbooks". *Journal of Research in Science Teaching*, 29, p.105-120, 1992.
- BENARROCH, B. A. "El Desarrollo Cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia". *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), p. 235 -246, 2000.
- BENARROCH, B. A. "Una Interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la naturaleza corpuscular de la materia". *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), p. 123 -134, 2001.
- BLANCO, A. e 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*, 19 (3), p. 303-315, 1997.
- CHINN, C. A. e BREWER, W. F. "The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction". *Review of Educational Research*, 63(1), p.1- 49, 1993.
- EBENEZER, J. V. e ERICKSON, G. L. "Chemistry Student's Conceptions of Solubility: A Phenomenography". *Science Education*, 80 (2), p. 181-201, 1996.
- ECHEVERRIA, A. R. *Dimensão Empírico-Teórica no Processo de Ensino-Aprendizagem do Conceito Soluções no Ensino Médio*. Tese de Doutoramento. Faculdade de Educação. Campinas: Universidade de Campinas, 1993.
- LIMÓN, M. "On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal". *Learning and Instruction*, 11, p. 357-380, 2001.

LONGDEN, K., BLACK, P. e SOLOMON, J. “Children’s interpretation of dissolving”. *International Journal of Science Education*, 13 (1), p. 59-68, 1991.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

OLIVA MARTÍNEZ, J. M. “Algunas Reflexiones sobre Las Concepciones Alternativas y el Cambio Conceptual”. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), p. 93-107, 1999.

PÉREZ, D. G. “Contribución de La Historia y de La Filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de Enseñanza/aprendizaje como investigación”. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), p. 197-212, 1993.

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*, 63 (2), p.167-199, 1993.

PRIETO, T., BLANCO, A. e RODRIGUEZ, A. “The ideas of 11 to 14-years - old students about the nature of solutions”. *International Journal of Science Education*, 11 (4), p. 451-464, 1989.

SANCHEZ BLANCO, G., DE PRO BUENO, A. e VALCÁRCEL PÉREZ, M. A. V. “La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la educación secundaria”. *Enseñanza de Las Ciencias*, 15 (1), p. 35-50, 1997.

WEAVER, G. C. *Strategies in K-12 Science Instruction to Promote Conceptual Change*. John Wiley & Sons, p. 455–472, 1998.

WHEATHEY, G. H. “Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning”. *Science Education*, 75 (1), p. 9-21, 1991.