

Uma interpretação da evolução conceitual dos estudantes sobre o conceito de solução e processo de dissolução

Miriam Possar do Carmo, Maria Eunice Ribeiro Marcondes e Simone Alves de Assis Martorano

Universidade de São Paulo. Instituto de Química. São Paulo. Brasil. E-mails: mipcarmo@iq.usp.br; mermarco@iq.usp.br; simonemt@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, o que permitiu a construção de significados dentro do tema. 20,3% dos alunos atingiram 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, e 44% dos estudantes construíram, o conceito de solução como uma mistura homogênea de substâncias. A partir das respostas foram elaborados níveis explicativos dos estudantes, antes, durante e após processo de ensino.

Palavras-chave: soluções, evolução conceitual, níveis explicativos.

Title: An interpretation of students' conceptual evolution about the concept of solution and dissolving process.

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 process of dissolution front the situations of education structural education to promote reflections on their own ideas, which allowed the construction of meanings on the theme. 20.3% of the pupils reached a more complex level of abstraction from a macroscopic to a microscopic vision, interpreting the dissolution process as a set of interactions among constituent particles of the solution and 44% of the students constructed the solution concept as a homogeneous substance mixture. The evolution of the explanatory models was interpreted from explicative levels that had been elaborated, considering the conceptions of the students, before, during and after education process.

Keywords: solution, explanatory models, chemistry teaching, conceptual evolution, dissolving process.

Introdução

Muito se discute sobre a importância das idéias prévias que os alunos apresentam e a ligação destas com o que se pretende ensinar. Embora consideradas vagas, pouco definidas, estáveis, resistentes a alteração, satisfazem muitas vezes os pontos de vista do indivíduo e podem se tornar

inibidoras da construção de conceitos, (Pozo et al, 1991; Pérez e Carrascosa, 1994). No entanto, são representações que cada indivíduo faz do mundo que o cerca, da forma que o observa, e devem, portanto, ser consideradas, pois são conhecimentos. Muitos trabalhos já foram realizados com finalidade de detectar as idéias prévias dos alunos, mas poucos são os estudos que propõem estratégias para sua reestruturação, e mais difícil ainda é encontrar propostas que permitam interpretar o caminho percorrido pelos alunos para esta reestruturação, na superação do conhecimento de senso comum.

Neste trabalho procurou-se analisar através dos modelos explicativos dos alunos do ensino médio (2^a e 3^a séries) a evolução de suas concepções para o conceito de solução e o processo de dissolução. Estas idéias foram agrupadas em diferentes níveis explicativos, em função do progresso na elaboração de explicações desde as noções macroscópicas às microscópicas, revelando alguns aspectos do percurso cognitivo dos alunos na aprendizagem destes conceitos. A interpretação dos resultados e o mecanismo da reelaboração conceitual utilizaram como marco teórico o modelo cognitivista proposto por Benarroch (2001).

Um marco teórico para interpretar os modelos explicativos dos alunos sobre o conceito de solução e do processo de dissolução

Segundo Benarroch (2000, 2001) a evolução conceitual pode ser analisada a partir da interpretação das respostas dos alunos, considerando dois planos: o plano observável e o não observável da cognição do aluno. No plano observável situam-se as respostas e os esquemas explicativos dos alunos. No plano não observável se situam os esquemas operatórios e os esquemas específicos. As respostas dadas pelos estudantes (verbais, escritas, desenhos, ações) frente a uma dada situação são resultantes desses esquemas operatórios e específicos.

Os esquemas operatórios, segundo Benarroch (2000, 2001), são responsáveis por um nível de abstração mais elevado, pelas inter-relações conceituais realizadas pelos estudantes, e deste modo, responsáveis pelos efeitos de transferência advindos do desenvolvimento cognitivo do estudante. No entanto, esse nível pode não ser refletido de forma imediata no processo de aprendizagem, pois poderiam estar envolvidas competências, as quais se constituem em barreiras cognitivas. A cada enriquecimento desse nível de cognição há um ganho nos esquemas específicos, que surgem de abstrações simples ou empíricas das propriedades dos objetos, resultando uma conceituação descritiva dos mesmos. Os esquemas específicos sofreriam evoluções em função dos esquemas operatórios. Assim, as respostas dos alunos são manifestações advindas de um processo de reflexão em que são ativadas, em diferentes graus, as estruturas cognitivas internas.

Os esquemas explicativos são reconstruções que o investigador faz procurando verificar o caminho que o aluno percorre ao manifestar explicações a uma diversidade de situações problemáticas para um mesmo conteúdo, embora com certo nível de incerteza, pois é muito difícil detectar o que está por trás de todo pensamento do aluno (Martinez, 1999). Um esquema explicativo atingirá maturidade se apresentar as seguintes

propriedades: de repetição, isto é, o esquema é utilizado mesmo quando se introduzem variações quantitativas; de generalização, quando o esquema é utilizado para explicar situações diferentes, porém equivalentes cientificamente; e de diferenciação, ou seja, frente a novas situações, o esquema é adaptado mediante o reconhecimento de semelhanças e diferenças das variáveis em questão quando comparadas às variáveis utilizadas na geração do esquema.

Os níveis de esquemas explicativos propostos por Benarroch (2000), para interpretar a evolução conceitual dos estudantes sobre a natureza corpuscular da matéria, foram elaborados mediante um processo de aproximações sucessivas da regularidade das respostas dos alunos quanto a essas propriedades de repetição, generalização e diferenciação. Isto permitiu verificar as concepções dos alunos desde as noções de continuidade às de descontinuidade e interpretar as dificuldades que separam os distintos níveis, bem como as situações que favorecem as mudanças cognitivas. A autora destaca que a evolução cognitiva implica em um avanço gradual e fértil dos esquemas cognitivos devido a novas incorporações, de forma que ocorre um progresso dos esquemas específicos em nível macroscópico que evoluem lentamente a novos esquemas. Os alunos manifestam explicações que passam de um nível de simples descrições para um nível explicativo mais enriquecido, sem que as concepções se desliguem das percepções.

Objetivo da investigação

O cerne do trabalho foi o de verificar como evoluem as concepções de estudantes de ensino médio sobre o conceito de solução e o entendimento do processo de dissolução. Interessou-nos investigar, dentro do tema, como os significados foram se construindo, permitindo aos alunos 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.

Partiu-se de uma abordagem de ensino dentro de uma perspectiva construtivista, considerando que, embora cientes da existência dos inúmeros aspectos metodológicos, o professor precisa identificar as idéias prévias dos alunos e estas, conscientes das mesmas, possam reconsiderar a validade ou não destas, para que possam ser reorganizadas (Chinn e Brewer, 1993; Mortimer, 2000). Assim, uma alternativa didática é a elaboração de atividades que apresentem aos alunos situações potencialmente problemáticas que os levem, mediante um processo de mediação do professor, a reflexões sobre suas próprias idéias e dêem subsídios para possíveis reelaborações.

O tema solução foi escolhido, pois além de estar relacionado ao dia-a-dia dos alunos, muitas substâncias com as quais se deparam em suas vidas diárias se apresentam como soluções, por exemplo: bebidas, medicamentos, água mineral, ar atmosférico, aço. Entender as soluções sob o ponto de vista qualitativo poderia levá-los a compreender melhor alguns aspectos do seu cotidiano, além de proporcionar uma melhor compreensão de outras idéias em química, tais como: transformações químicas, eletroquímica, equilíbrio químico. Além disso, os alunos desenvolvem suas

próprias idéias mesmo antes do ensino formal, e 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 (Echeverria, 1996).

Dificuldades na aprendizagem sobre soluções

De acordo com outros estudos teóricos sobre o assunto, temos notado que poucos são os que têm procurado conhecer as interpretações dos alunos sobre os aspectos qualitativos das soluções. Alguns estudos têm mostrado que nas concepções de estudantes sobre as soluções, o soluto desaparece, quebra, sofre fusão se acumula no fundo do recipiente, combina ou se decompõe (Prieto et al, 1989; Longden et al, 1991; Ebenezer e Erickson, 1996) a solução é considerada apenas como uma mistura, e poucos estudantes conseguem diferenciar entre solução e substância (Echeverria, 1993); a dissolução na maioria das vezes é restrita à substância sólida em um líquido, e o fenômeno normalmente é relacionado aos aspectos macroscópicos (Prieto et al, 1989); associam a dissolução à densidade dos materiais e apresentam explicações apoiadas nos aspectos perceptíveis do processo (Ebenezer e Gaskell, 1995). Os estudantes apresentam muita dificuldade em utilizar um modelo atômico molecular para explicar o processo de dissolução (Echeverria, 1993; Blanco et al, 1997): são apontadas ainda, a falta de compreensão e de utilização de uma linguagem química para expressar com clareza o que está ocorrendo no processo de dissolução (Ebenezer e Erickson, 1995); a insistência no uso da linguagem cotidiana de difícil superação para expressarem os significados dos conceitos; e a memorização sem uma efetiva aprendizagem significativa (Abraham e Willianson, 1994).

Metodologia

Foram elaboradas atividades de ensino que permitissem ao aluno evoluir em suas concepções, em três dimensões principais: na construção do conceito de solução como uma mistura homogênea de substâncias; na 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; na interpretação do processo de dissolução como um conjunto de interações que ocorrem entre as partículas da solução. 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. Assim, concepções construídas nas duas primeiras dimensões conceituais, poderiam auxiliar o aluno na abstração de idéias que envolvessem as interações que ocorrem entre soluto e solvente na formação das soluções.

O estudo se realizou com 59 estudantes do Ensino Médio de duas escolas da Rede Pública de Ensino situadas em uma região urbana industrial do Estado de São Paulo, Brasil (9 alunos de 2ª série A, 19 alunos de 2ª série B, 11 alunos de 2ª série G e 20 alunos da 3ª série classificada como D, idades

variando entre 15 e 18 anos). As letras A, B, G e D foram utilizadas para diferenciar as turmas dentro de uma mesma série. Para esses alunos não se tinha feito ainda a retomada do ensino formal de soluções, no ensino médio.

Dentro das três perspectivas, duas fases foram contempladas:

1) Reconhecimento das concepções iniciais dos alunos através de um instrumento com questões abertas (anexo 1), que foi elaborado com base em outros estudos de investigação sobre soluções (Prieto et al, 1989; Longden et al, 1991; Ebenezer e Erickson, 1993), visando que os alunos manifestassem suas idéias sobre solução e o processo de dissolução, tanto em termos macroscópicos quanto microscópicos.

2) Intervenção pedagógica a partir dos dados obtidos no diagnóstico inicial, com a elaboração de seis situações de ensino (anexo 2) potencialmente problemáticas, capazes de reflexões 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; a atividade 3 visava a elaboração do conceito de solubilidade e a diferenciação entre solução saturada e insaturada; as atividades 4 e 5 objetivavam a construção de um modelo explicativo para a dissolução; a atividade 6 visava a construção de um mapa conceitual para organização das idéias estabelecidas.

Os dados foram coletados através de gravação das aulas em áudio e vídeo; de folhas de trabalho com questões aplicadas no decorrer do processo de ensino e mapas conceituais elaborados pelos estudantes. Após um mês do término das atividades, foi feito um diagnóstico das concepções dos estudantes, com a utilização de um novo instrumento com questões sobre os conceitos abordados no processo de ensino (anexo 3).

Foi realizada uma categorização das respostas dos alunos obtidas nos diferentes instrumentos de coleta de dados, considerando as três dimensões em cada fase do estudo (antes, durante e após intervenção).

Como ferramenta para auxílio da análise dos dados, foi feito uso de planilhas elaboradas com recursos do programa da Microsoft Office Excel 2003 (planilha de dados), com o uso da função lógica "se", a qual permitiu que fossem estabelecidas relações entre as categorias de análise, uma em função da outra, dentro das três dimensões.

As análises das idéias manifestadas em cada uma das fases: (A) antes do ensino, (D) durante o ensino - com explicações abrangentes da 1ª, 2ª e 3ª dimensões - e (P) após o ensino, de acordo com concepções apresentadas no diagnóstico final, permitiram a elaboração de dez níveis explicativos, a partir de aproximações sucessivas de suas respostas. As principais características descritas dos níveis explicativos são:

(a) Explicações macroscópicas, fundamentadas nos aspectos perceptíveis (níveis I, II, III e IV). Quadro 1.

(b) Explicações pseudomicroscópicas, nas quais os alunos ultrapassam a barreira do observável e surgem elementos microscópicos; no entanto são

atribuídos às mesmas características macroscópicas (níveis V, VI e VII).
Quadro 2.

Características das explicações macroscópicas	
Nível	Concepção apresentada pelo aluno
I	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 apresenta o conceito de solubilidade.
II	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Não diferencia solução saturada de insaturada e não apresenta o conceito de solubilidade.
III	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Diferencia solução saturada das insaturadas, construindo o conceito de solubilidade, mas não o ampliam para justificar o processo de dissolução.
IV	O conceito de solução é definido como uma mistura homogênea de substâncias. Diferencia solução saturada das insaturadas, constrói o conceito de solubilidade e não o ampliam para justificar o processo de dissolução.

Quadro 1.- Níveis explicativos referentes às explicações macroscópicas.

(c) Explicações microscópicas, nas quais as explicações dos alunos são enriquecidas com elementos microscópicos, considerando interações entre as partículas constituintes do sistema (níveis VIII, IX e X). Quadro 3.

Características das explicações pseudomicroscópicas	
Nível	Concepção apresentada pelo aluno
V	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Nas explicações referentes ao processo de dissolução aparecem referências a partículas com atributos caracteristicamente macroscópicos. Não diferencia soluções saturadas das insaturadas e não apresenta o conceito de solubilidade.
VI	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Nas explicações referentes ao processo de dissolução aparecem referências a partículas com atributos caracteristicamente macroscópicos. Diferencia as soluções saturadas das insaturadas e constrói 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. Nas explicações referentes ao processo de dissolução aparecem referências a partículas com atributos caracteristicamente macroscópicos. Diferencia as soluções saturadas das insaturadas e constroem o conceito de solubilidade, no entanto, não o ampliam para justificar o processo de dissolução.

Quadro 2.- Níveis explicativos referentes às explicações pseudomicroscópicas.

Características das explicações microscópicas	
Nível	Concepção apresentada pelo aluno
VIII	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Diferencia soluções saturadas das insaturadas, constrói o conceito de solubilidade, mas não o ampliam para justificar a dissolução. Avança 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. Diferencia soluções saturadas das insaturadas, constrói o conceito de solubilidade, mas não o ampliam para justificar a dissolução. Avança 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.
X	Construiu o conceito de solução. Diferencia soluções saturadas das insaturadas, constrói o conceito de solubilidade. Avançam na interpretação da dissolução utilizando modelos microscópicos considerando interações entre as partículas constituintes da solução, coerentes com a visão científica.

Quadro 3.- Níveis explicativos referentes às explicações microscópicas.

Análise e considerações sobre os resultados

Os resultados a seguir ilustram como se configurou a construção dos modelos explicativos dos estudantes, em função da evolução apresentada na elaboração de suas idéias. Apresenta-se, inicialmente, a distribuição dos estudantes em níveis explicativos durante as fases do ensino (figura 1) e a porcentagem dos alunos em cada fase do ensino, de acordo com a visão: macroscópica, pseudomicroscópica e microscópica (figura 2).

Antes do ensino, verificou-se que 79,7% do total de alunos apresentavam explicações macroscópicas relativas ao conceito de solução e ao processo de dissolução (62,7% no nível explicativo II), manifestando idéias de que as soluções eram misturas sem ênfase na característica homogênea do sistema. Isto revelou que seus modelos explicativos sofriam forte influência dos aspectos perceptíveis e das experiências que vivenciavam, pois foi difícil a eles ultrapassarem a barreira do observável.

Embora 20,3% do total das explicações se referissem a existência de partículas, eram atribuídas às mesmas características essencialmente macroscópicas (18,6% no nível explicativo V); apesar de os alunos empregarem palavras provenientes do ensino formal articulando a idéia sobre partículas, nota-se o emprego de um modelo descontínuo rudimentar, no qual o significado dado às partículas não condiz com as concepções microscópicas científicas. Isto leva a inferir que o ensino sobre teoria corpuscular da matéria não foi efetivo, prevalecendo idéias substancialistas sobre o comportamento das partículas, provindas do plano observável.

Neste sentido, pode existir uma barreira para a transposição das idéias macroscópicas para um nível interpretativo mais complexo, o que exigiria um ensino que investisse em concepções microscópicas e fornecesse

subsídios para que o aluno ampliasse seus esquemas, podendo acelerar seu desenvolvimento cognitivo.

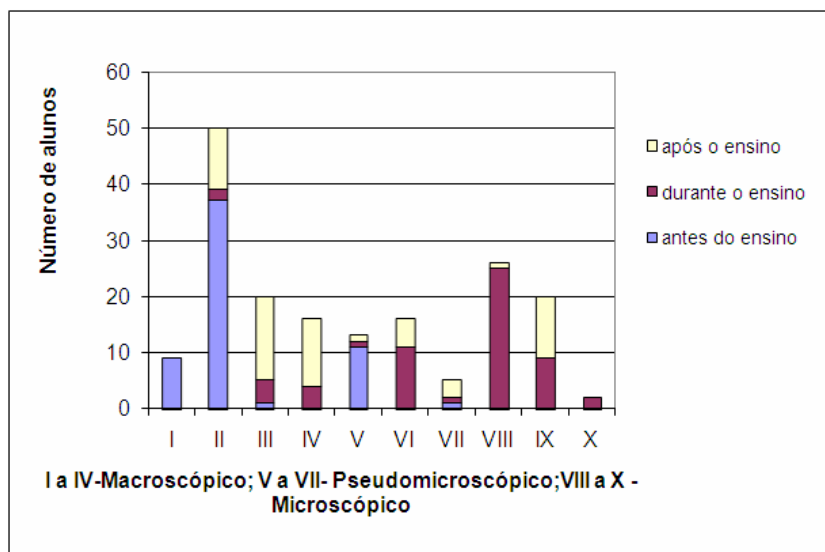


Figura 1.- Distribuição dos alunos de todas as turmas nos níveis explicativos durante as fases do ensino. (I a IV: macroscopico, V a VII: pseudomicroscopico, VIII a X: microscopico).

De acordo com as idéias de Benarroch (2000, 2001), pode-se considerar que, mediante as situações de ensino as quais propiciaram reflexões nos alunos a respeito das próprias idéias, houve um enriquecimento em seus esquemas específicos que auxiliou na transposição dos dados perceptíveis em respostas mais significativas, visto que, durante o ensino, 61% do total dos alunos progrediram na interpretação do processo de dissolução considerando a interação entre as partículas constituintes da solução. Isto sugere que um período de ensino que permita ao aluno interagir, explicitando, tomando consciência e refletindo sobre suas próprias idéias, pode ativar seus esquemas de cognição em níveis de melhor entendimento.

Na fase do ensino se verificou que 22% do total dos alunos ultrapassaram a barreira do observável, mas em suas explicações ainda prevaleciam os modelos explicativos descontínuos rudimentares, embora tenha havido uma evolução das concepções dos alunos do nível V para o nível VI com a elaboração do conceito de solubilidade. Este fato revelou um avanço nas considerações sobre a importância da característica homogênea da solução, e isto pode refletir na tentativa de os alunos estarem elaborando idéias mais consistentes sobre possíveis interações entre as partículas da solução.

Ainda nesta fase de ensino, dos 79,7% dos alunos que inicialmente careciam de modelos explicativos microscópicos, 61,1% deles avançaram para esses níveis, perfazendo 42,4% do total dos alunos no nível VIII, 15,3% no nível IX e 3,4% no nível X. Esses alunos apresentaram modelos explicativos com maior grau de abstração, em que as partículas deixam de ter atributos macroscópicos e os alunos passam a expressar idéias de caráter microscópico. Isto implica em que, depois de uma fase de instrução com apresentação de modelos, foi possível apreciar o enriquecimento das

explicações alcançadas pelos alunos, o que pode ser resultado da potencialidade das atividades e do processo de mediação do professor, contribuindo para reflexões.

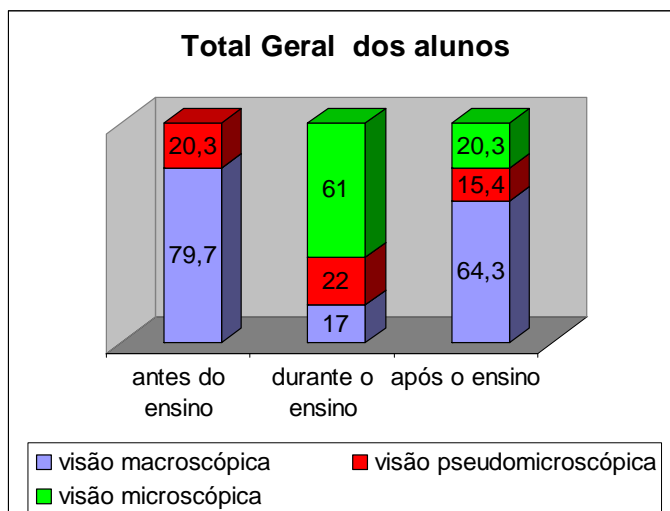


Figura 2.— Total de alunos de acordo com a fase de ensino e a visão macroscópica, pseudomicroscópica e microscópica.

Também foi possível verificar nesta fase que os alunos situados no nível das concepções macroscópicas (nível I a IV) tiveram um salto mais acentuado para os níveis das concepções microscópicas (VIII e IX) quando comparados aos alunos que se encontravam no nível das características pseudomicroscópicas (nível V a VII). Desta forma, pode-se inferir que existem barreiras de diferentes dimensões na transição das concepções, e quando o aluno se encontra em um nível cujas idéias se apresentam com maior grau de abstração, se torna mais difícil a ele ultrapassar esta barreira, e então ele pode tornar-se mais resistente a abandonar suas idéias em favor de novas concepções, pois isto exigirá dele um substrato cognitivo mais amplo.

Após o processo de ensino, foi possível verificar que explicações coerentes em termos de modelos microscópicos (nível VIII e IX) foram apresentadas por 20,3% do total dos alunos, dos quais 18,6% deles se encontravam no nível IX. O conceito de dissolução como uma mistura homogênea de substâncias, foi apresentado por cerca de 44% dos alunos, distribuídos nos níveis IV, VII, IX e X. A compreensão do conceito de solubilidade e a diferenciação entre dissolução saturada e insaturada foi feita por 79,6% dos alunos. Isto sugere que a estratégia para a construção destes conceitos foi satisfatória. No entanto os resultados finais não expressivos podem estar relacionados ao fato de que os alunos, no início do estudo careciam de conhecimentos prévios que pudessem sustentar a acomodação dos conceitos em níveis de maior abstração, embora tenhamos feito uma retomada de idéias, talvez não tenha sido suficiente para ajudá-los neste percurso. A apropriação de palavras corretas para expressarem conceitos pertinentes a dissoluções e uma exigência maior no que diz respeito ao estabelecimento de relações conceituais dos conceitos microscópicos (íons, moléculas, ligações químicas, interações atômicas e

moleculares) foi difícil aos alunos na interpretação do processo de dissolução.

Também podemos inferir que o tempo para que os conceitos fossem acomodados na estrutura cognitiva dos alunos não tenha sido suficiente, visto que as intervenções transcorreram de forma rápida e segundo Benarroch (2001), mas que obter uma mudança ou reestruturação súbita, requer-se uma revisão lenta do sistema conceitual inicial através da incorporação, coordenação e diferenciação de esquemas. Outro fator que devemos destacar é o fato de que, nesta fase de intervenção, faltou aos alunos o comprometimento com o processo de avaliação quando da realização do diagnóstico final, visto que estavam prestes a entrar de férias, não respondendo as questões do diagnóstico final com o mesmo interesse que faziam durante o processo de ensino, comprometendo os dados percebidos nesta fase.

Embora 64,3% do total de alunos tenham, após a fase de ensino, apresentado explicações de acordo com idéias do plano observável, não se pode afirmar que os mesmos tenham regredido em sua forma de pensar, mas pode-se supor que estão transitando de um plano a outro, de modo que seus esquemas cognitivos possam estar sofrendo reajustes, uma vez que durante a fase de ensino, 61% dos alunos apresentaram concepções com nível mais acentuado de abstrações. Isto implica na necessidade da implementação de um ensino que permita ao aluno um tempo maior para a internalização dos conceitos (Echeverria, 1996), valorizando mais a fase do ensino, durante a qual o aluno pode atingir um maior desenvolvimento de suas competências que o leve a superar as barreiras que dificultam sua aprendizagem.

Conclusão

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.

Ficou evidente que a participação efetiva do aluno, durante o processo de ensino, realizando o experimento, confrontando suas idéias, argumentando, discutindo, leva à construção dos conceitos com mais facilidade, visto que obtivemos um resultado de 79,6% dos alunos construindo idéias sobre as dissoluções saturadas e insaturadas.

Explicações coerentes, em termos de um modelo microscópico para justificar o processo de dissolução, foram construídas por 20,3% dos estudantes, indicando que a evolução de níveis concretos, com pouca abstração para níveis conceituais mais complexos não é tarefa fácil no ensino e aprendizagem. Desta forma podemos dizer que foi difícil ao aluno perceber a utilidade de um modelo microscópico, uma vez que estavam habituados a raciocinar sobre o real.

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 desenvolvida sugere vantagem incalculável para o desenho das intervenções didáticas, pois neste estudo procurou-se ir além do conhecimento das concepções alternativas, com uma proposta de ensino que pudesse contribuir para a superação das mesmas, além de servir como um modelo de ensino, especificamente dentro do tema dissolução.

A utilização dos níveis explicativos aqui propostos deve servir como um marco orientador e não como uma proposta fechada, na qual os alunos devam seguir o percurso indicado, mas como uma sugestão para que outros educadores possam planejar um ensino mais significativo.

Referências bibliográficas

Abraham, M.R e V.M. Willianson (1994). A cross-age study of the understanding of five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147-165.

Benarroch, B.A. (2000). El Desarrollo Cognoscitivo de los estudiantes en el área de la natureza corpuscular de la matéria. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 2, 235-246.

Benarroch, B.A. (2001). Uma Interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos en el área de la natureza corpuscular de la matéria. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 1, 123-134.

Blanco S.G., de Pro Bueno, A. e M.A.V. Pérez (1997). La utilización de um modelo de planificación de unidades didáticas: El estudio de las disoluciones em la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15, 1, 35-50.

Chinn, C.A. e W.F. Brewer (1993). 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*, 63, 1, 1-49.

Ebenezer, J.V. e G.L. Erickson (1993). Chemistry Student's Conceptions of Solubility: A Phenomenography. *Science Education*, 80, 2, 181-201.

Ebenezer, J.V. e P.J. Gaskell (1995). Relational Change in Solution Chemistry. *Science Education*, 79, 1, 1-17.

Echeverria, A.R. (1993). *Dimensão Empírico-Teórica no Processo de Ensino-Aprendizagem do Conceito Soluções no Ensino Médio*. (pp.1-185) Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação. Universidade de Campinas: Campinas.

Echeverria, A.R. (1996). Como os estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*, 3, maio. 15-18.

Longden, K., Black, P. e J. Solomon (1991). Children's interpretation of dissolving. *International Journal of Science Education*, 13, 1, 59-68.

Martinez, O.J.M. (1999). Algunas Reflexiones sobre Las Concepciones Alternativas y el Cambio Conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 1, 93-107.

Mortimer, E.F. (2000). *Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências*. Belo Horizonte: UFMG.

Pérez, D.G. e A. Carrascosa (1994). Bringing Pupils! Learning closer to a Scientific Construction of Knowledge: A permanent feature in innovations in Science Teaching. *Science Education*, 78, 3, 301-315.

Pozo, J.I., Crespo, M. A. G., Limon, M. e S.A. Serrano (1991). *Processos cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, CIDE-MEC.

Prieto, T., Blanco, A. e A. Rodriguez (1989). The ideas of 11 to 14-years - old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11,4, 451-464.

Anexo 1-Instrumento para verificação das concepções iniciais dos estudantes, cujas respostas orientaram a elaboração das atividades de ensino

1-Em uma aula de química seu professor vai ensinar sobre soluções. Escreva três frases que indiquem suas idéias sobre o assunto.

2-Explique com suas próprias palavras o que entende sobre a expressão: Dissolver uma substância em outra.

3-Exemplifique situações onde você encontra o fenômeno de dissolução.

4-Foi colocado em um recipiente contendo água uma pequena colher de sal e em outro recipiente também contendo água uma pequena colher de açúcar.

Como você representaria os sistemas: I - sal com água II - açúcar com água

Desenhe e explique seu desenho.

Água com sal Desenho	Explicação
Água com açúcar Desenho	Explicação

5-Indique a validade de cada uma das afirmações que se seguem utilizando:

verdadeira (V), falsa (F). Caso considere que nenhuma é verdadeira ou caso tenha outras considerações a fazer, escreva no espaço em branco "outra", uma que seja verdadeira na sua opinião.

I-No processo de dissolução a substância dissolvida(soluto) na verdade:

a) fundiu () b) decompôs () c) desapareceu () d) virou líquido () e) ficou transparente () f) ficou ligado a água () g) quebrou () h) vai para o fundo () i) fica distribuído ().

Outra: _____

II-No processo de dissolução a substância que dissolve o soluto (solvente) na verdade:

a) não sofre alterações, não muda suas propriedades ()
b) sofre alterações mudando suas propriedades ()

Outra: _____

III-A obtenção de uma solução exige necessariamente:

a) água e um sólido () b) água como meio para dissolver () c)um líquido () d) agitação () e) aumento da temperatura ()

Outra: _____

VI-Na dissolução ocorre:

a) formação de novas substâncias () b) separação de substâncias ()

Outra _____

V-Quando dissolvemos sal em água a substância dissolvida na verdade se dilui. ()

Outra: _____

VI-Quando dissolvemos o açúcar em água obtemos uma nova substância(água/açúcar) ()

Outra _____

VII-O açúcar e o sal dissolvem-se em grãos invisíveis que perdem seu peso e volume ()

Outra _____

6-Supondo que você disponha de um microscópio super potente, como você explicaria o que ocorre com o soluto e o solvente durante o processo de dissolução no sistema sal com água e açúcar com água.

Sal com água

Açúcar com água

Explicação

Explicação

7-No nosso dia a dia deparamos com algumas situações onde nos perguntam:

I - Porque a areia não se dissolve em água?

II - Porque o óleo não se dissolve em água?

Como você explicaria estas situações utilizando os conhecimentos de química que já possui?

8-Dos sistemas abaixo indique aquele que você julga ser solução.

a) água mineral () b) água do mar () c) ar atmosférico () d) latão () e) "todinho" () f) leite () g) aliança de ouro () h) gasolina comercializada () h) álcool hidratado ().

9-Qual a primeira idéia que você acha que um aluno faz ao ouvir estas palavras: solução saturada e solução insaturada?

Anexo 2-Atividades propostas

Atividade1

Objetivos: Diferenciar, entre os sistemas materiais, os representativos de substâncias puras, compreendendo sua diferença entre misturas de substâncias; Distinguir entre os sistemas materiais, as misturas homogêneas das misturas heterogêneas e Interpretar a solução como uma mistura homogênea de substâncias, percebendo a homogeneidade como uma característica fundamental das soluções.

Seqüência de Atividades

1. Observação, pelos alunos, de alguns sistemas materiais e estabelecimento de um critério para a classificação dos sistemas em substâncias puras.

2. Explicitação das idéias iniciais do aluno, utilizando uma folha de trabalho, na qual, evidenciou o critério utilizado para a seleção do sistema como substância pura.

3. Confronto entre as idéias dos alunos sob a orientação da professora para precisar a identificação dos sistemas materiais.

4. Realização de um experimento discrepante (cromatografia da tinta de caneta esferográfica), cuja finalidade foi perturbar a concepção dos alunos, de que um sistema homogêneo não é necessariamente representativo de substância pura.

5. Elaboração de um mapa conceitual, no qual, o aluno organizou os conceitos construídos, de acordo com sua concepção.

Atividade 2

Objetivos: Rever o conceito de solução; Elaborar o conceito de soluto e solvente; Tomar conhecimento da existência das soluções: sólidas, líquidas e gasosas, segundo a natureza dos componentes; Compreender aplicações e importância das soluções no cotidiano.

Seqüência de Atividades:

1. Revisão do conceito de soluções por meio de eventos discrepantes, discussões em grande grupo (sala de aula), confronto de idéias e demonstração de experimentos.
2. Análise de dados referente a um conjunto de propriedades que caracterizam a substância pura, ilustradas através de transparência.
3. Explicitação das idéias, com utilização de folha de trabalho, 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 pela professora.

Atividade 3

Objetivos: Classificar as soluções de acordo com a quantidade máxima de soluto em uma quantidade fixa de solvente, elaborando o conceito de solubilidade; Aplicar o conceito de solubilidade em outras situações; Analisar as variáveis: temperatura e agitação no processo de dissolução; Analisar e interpretar curvas de solubilidade.

Seqüência de Atividades:

1. Desenvolvimento de atividade experimental sobre a solubilidade do sal (cloreto de sódio) e açúcar, realizada em pequenos grupos, sob a orientação da professora, visando à elaboração do conceito de solubilidade.
2. Estabelecimento de discussões e confronto de idéias entre os alunos no pequeno grupo.
3. Classificação das soluções segundo a quantidade máxima de soluto capaz de se dissolver em quantidade fixa de solvente, elaborando o conceito de solução saturada e insaturada.
4. Verificação da influência da temperatura e agitação na obtenção das soluções, mediante experimentos guiados pela professora.
5. Interpretação de curvas de solubilidade

Atividade 4

Objetivos: Compreender a influência da agitação e da variação de temperatura no processo de dissolução; Elaborar a idéia de que a concentração da solução varia em função da quantidade de partículas.

Seqüência de Atividades:

1. Elaboração de um quadro geral dos dados de acordo com os resultados de cada equipe na atividade 3.
2. Confronto entre as idéias dos alunos com relação aos dados obtidos e as discussões estabelecidas durante a atividade 3.
3. Interpretação de curvas de solubilidade, com aplicação dos conceitos de solução saturada e insaturada.
4. Demonstração de um experimento realizado pela professora, para confrontar as idéias dos alunos em relação à influência da agitação no processo de dissolução.
5. Resolução de exercícios.

6. Contextualização do tema, com leitura e discussão de um texto, explorando a possibilidade da existência de vida aquática.

Atividade 5

Objetivos: Refletir sobre o fato de que a densidade não é o fator que determina a dissolução das substâncias; Elaborar a idéia de que a dissolução das substâncias está relacionada com as interações que ocorrem entre as partículas de soluto e solvente que entram em contato no processo de dissolução; Utilizar o modelo particular para interpretar a dissolução.

Seqüência de Atividades:

1. Reflexão, por parte dos alunos, através de questões dirigidas, sobre a existência de materiais que dissolvem e que não dissolvem.

2. Confronto entre as idéias estabelecidas pelos alunos, sob a orientação da professora.

3. Análise de dados de uma tabela, que relaciona a densidade e a solubilidade de algumas substâncias, objetivando a percepção, por parte dos alunos, de que a densidade não é o fator que determina a solubilidade.

4. Utilização de: desenhos, fotografias da água no estado sólido e líquido e do cristal cloreto de sódio, para a retomada de alguns conceitos sobre interações atômicas e moleculares, mediando a elaboração de idéias sobre a dissolução como um processo de interações entre as partículas de soluto e solvente.

5. Elaboração de desenhos e explicações, a nível microscópico, por parte dos alunos a respeito de uma situação, na qual, entram em contato: cloreto de sódio (sólido) e água, e açúcar e água: soluções condutoras e não condutoras de eletricidade.

6. Observação dos alunos de um experimento demonstrado pela professora sobre a condutividade elétrica de algumas soluções, para a percepção de que, no processo de dissolução, as interações entre as partículas de soluto e solvente podem formar diferentes tipos de soluções. (condutoras e não condutoras de eletricidade).

Atividade 6

Objetivos: Formular um mapa conceitual para organizar os conceitos elaborados; Explicitar relações estabelecidas entre os conceitos construídos; Compartilhar significados no contexto das atividades propostas.

Seqüência de Atividades:

1. Formação de equipes, visando um trabalho cooperativo.

2. Confronto entre as idéias dos alunos, em pequenas equipes, com a retomada dos conceitos construídos durante as atividades.

3. Elaboração de um mapa conceitual.

Anexo 3

1-Explique com suas próprias palavras o que você entende por solução?

2-Dos sistemas abaixo:

butijão com GLP(gás propano e principalmente gás butano), colher de aço inox [Ferro,carbono e cromo (18 a 20%) e Niquel(8 a 12%)], água mineral gasosa, água mineral, aliança de ouro 18 quilates 18 partes de ouro e 6 partes de cobre), soro fisiológico (água + cloreto de sódio) ar atmosférico (oxigênio, nitrogênio e outros

gases) água do mar, barra de cobre, água destilada, refrigerante, álcool comercial (hidratado).

Analisando os sistemas, escolha entre eles aquele (s) que represente a(s) seguinte(s) soluções:

Explique o critério que utilizou para a seleção.

Solução Sólida:

Solução Líquida :

Solução Gasosa:

3- Ao ouvir em uma aula de química o professor comentar sobre: solução saturada e solução insaturada, como você as diferenciaria?

4- (Fuvest- adaptada)

Analisando a frase:

A água potável e a água mineral são consideradas substâncias puras.

Você julga que a frase está correta ou incorreta. Explique sua resposta.

5- Analise a validade de cada uma das afirmações utilizando V (verdadeiro), F (falso) No caso de não considerar nenhuma verdadeira, escreva no espaço em branco, uma outra consideração que seja verdadeira em sua opinião:

I - Considerando que 5g de sal de cozinha equivale a 10 partículas, ao colocarmos 5g de sal em 50ml de água (solução I) e 5g do sal em 100ml de água (solução II), podemos dizer que a solução I é mais concentrada. Outra:

II - No processo de dissolução o soluto:

a) funde () b) decompõe () c) desaparece () d) dilui (). Outra:

6- Em um laboratório dois estudantes resolveram preparar uma solução.

Estudante A - Utilizou necessariamente água na preparação.

Estudante B - Utilizou necessariamente um líquido na preparação.

Qual dos estudantes você acha que procedeu de forma correta? Explique sua resposta.

7- Exemplifique situações na qual você depara no seu dia a dia com a utilização de soluções do tipo:

Sólida:

Líquida:

Gasosa:

8- Considere a seguinte situação: Você foi solicitado a misturar as seguintes substâncias;

20g do sal (KCl) cloreto de potássio um composto iônico com 100mL de água a 20°C.

Dado: Solubilidade do KCl 34g/100g de água a 20°C.

a) Você considera que formará uma solução? Explique sua resposta.

b) Faça desenho que represente microscopicamente a formação da solução, caso considere que esta se formou. Explique seu desenho.

9- Em sua opinião você considera que ao colocarmos em contato água e gasolina ocorrerá a dissolução? Explique sua resposta.

10- Um aluno adicionou uma amostra de 50g de bicarbonato de sódio a 500g de água a 20°C (sistema I) e outra amostra de 30g do mesmo sal a 500g de água a 0°C (sistema II). Após agitar por algum tempo o aluno obteve:

1. Solução insaturada apenas no sistema I.
2. Mistura heterogênea apenas no sistema I.
3. Mistura heterogênea apenas no sistema II.
4. Solução insaturada em ambos os sistemas.
5. Mistura heterogênea em ambos os sistemas.

Dado: Solubilidade do bicarbonato de sódio:

9,6g/100g de água a 20°C e 6,9g/100g de água a 0°C

11- (Fuvest-SP adaptada) Quatro tubos contém 20mL (mililitros) de água cada um. Coloca-se nesses tubos dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) nas seguintes quantidades.

	Tubo A	Tubo B	Tubo C	Tubo D
Massa de $K_2Cr_2O_7$	1,0	3,0	5,0	7,0

A solubilidade do sal, a 20°C, é igual a 12,5g por 100mL de água. Após agitação, em quais tubos coexistem, nessa temperatura, solução saturada e fase sólida? Explique sua resposta.