

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

CARMO, MIRIAM POSSAR; MARCONDES, MARIA EUNICE RIBEIRO; MARTORANO, SIMONE
Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Palavras chave: Evolução conceitual; Concepções alternativas e níveis explicativos; Solução.

O presente estudo teve como objetivo investigar como evoluem as concepções de estudantes de ensino médio 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 (Chinn e Brewer, 1993). Assim, pretendeu-se, nesse estudo, verificar como um ensino estruturado e voltado para a construção de significados, dentro do tema soluções, permitiu 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.

O tema “solução” foi escolhido por diferentes razões. Está relacionado ao dia-a-dia dos estudantes, uma vez que muitas das substâncias que encontram em suas vidas diárias se apresentam como soluções, como por exemplo: bebidas, plasma sanguíneo, água mineral, ar atmosférico, aço. Assim, os alunos desenvolvem suas próprias idéias sobre soluções mesmo antes do ensino formal. 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. Ainda, para elaborar seu modelo explicativo, o aluno poderá pôr em ação noções como: ligações químicas, substâncias, modelo particular da matéria, interações químicas, retomando-as em níveis diferentes na sua estrutura conceitual.

São poucas as investigações que têm procurado conhecer as interpretações dos alunos sobre aspectos qualitativos das soluções. Alguns estudos mostraram que os alunos têm dificuldade de utilizar o modelo atômico-molecular para explicar o processo de dissolução (Sanchez Blanco et al, 1997), confundem os termos soluto e solvente (Sanchez Blanco et al, 1997) e, muitas vezes, relacionam o processo de dissolução apenas ao soluto (Blanco e Pietro, 1997).

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 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 alunos devem ser identificadas pelo professor e reconhecidas pelos alunos para que possam ser perturbadas e reorganizadas (Chinn e Brewer, 1993). Consideraram-se, na elaboração das atividades de ensino, 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. Admite-se que as concepções iniciais podem coexistir com as novas informações, os alunos podem, então, discernir qual devem acionar para explicarem os fenômenos conforme o contexto (Oliva Martínez, 1999). A evolução do conhecimento dos alunos foi interpretada a partir do modelo teórico desenvolvido por Benarroch (2000, 2001).

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. Aprender ciência é um processo gradual, durante o qual as estruturas iniciais são continuamente enriquecidas e reestruturadas.

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. Os esquemas explicativos, por sua vez, são reconstruções que o investigador realiza a partir das respostas dos alunos a uma diversidade de contextos e situações problemáticas para o mesmo conteúdo, e são construídos quando se apresenta a seguinte regularidade: repetição - utilização do mesmo esquema diante de situações distintas; generalização - utilização de esquemas diante de situações distintas, porém cientificamente equivalentes; diferenciação - adaptação do esquema diante de novas situações por reconhecimento das semelhanças e diferenças das variáveis apresentadas.

A pesquisa foi de natureza qualitativa do tipo pesquisa - ação, na qual a pesquisadora atuou como professora no processo de ensino, uma vez que os professores titulares não se sentiram à vontade para desempenhar a função, durante a pesquisa.

O estudo envolveu 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 da 2ª série A, 19 alunos da 2ª série B, 11 alunos da 2ª série G e 20 alunos da 3ª série, idades variando de 15 a 18 anos). Esses alunos ainda não haviam passado pelo ensino formal de soluções. 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; a atividade 3 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.

Os dados foram coletados através de gravação das aulas em áudio e vídeo; folhas de trabalho com questõ-

es aplicadas no decorrer do processo de ensino, mapas conceituais elaborados pelos estudantes. 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.

A partir das análises das respostas dos alunos, dadas nos diferentes instrumentos de coleta de dados, foram elaboradas categorias de análise dentro de três dimensões: 1ª dimensão - caracterização da solução como uma mistura homogênea de substâncias; 2ª dimensão - ampliação das idéias de homogeneidade na construção do conceito de solubilidade e na diferenciação entre soluções saturadas e insaturadas; 3ª dimensão - construção e utilização de um modelo de interações entre as partículas constituintes da solução que justificassem o processo de dissolução.

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.

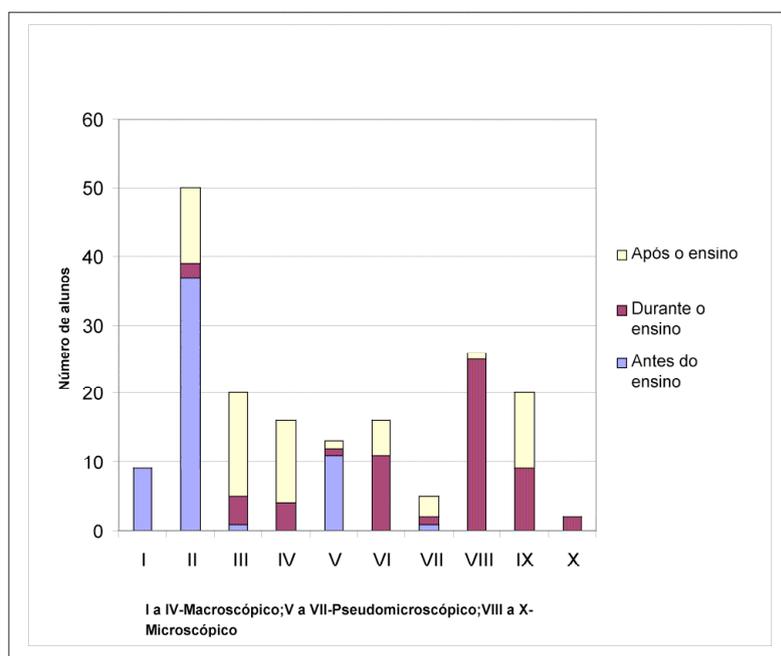
As concepções apresentadas pelos estudantes foram agrupadas em dez níveis explicativos, elaborados a partir das idéias manifestadas em cada uma das fases: (A) antes do ensino, (D) durante o ensino- com expli-

<i>Característica das Explicações</i>	<i>Nível Explicativo</i>	<i>Concepção apresentada</i>
<i>Explicações Macroscópicas</i>	<i>I</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
	<i>II</i>	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. O aluno não diferencia solução saturada de insaturada e não apresenta o conceito de solubilidade.
	<i>III</i>	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. O aluno passa a diferenciar solução saturada das insaturadas, construindo o conceito de solubilidade, mas não o amplia para justificar o processo de dissolução.
	<i>IV</i>	O conceito de solução é definido como uma mistura homogênea de substâncias. Os alunos diferenciam solução saturada das insaturadas, constroem o conceito de solubilidade e não o ampliam para justificar o processo de dissolução.
<i>Explicações pseudomicroscópicas</i>	<i>V</i>	A solução é concebida como uma mistura de substâncias. Nas explicações referentes ao processo de dissolução aparecem referências a partículas com atributos caracteristicamente macroscópicos. O aluno não diferencia soluções saturadas das insaturadas e não apresenta o conceito de solubilidade.
	<i>VI</i>	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.
	<i>VII</i>	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.
	<i>VIII</i>	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

<i>Explicações microscópicas</i>	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	O aluno construiu o conceito de solução. Os alunos 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 coerentes com a visão científica.

cações abrangentes da 1ª, 2ª e 3ª dimensões- e (P) após o ensino, de acordo com concepções apresentadas no diagnóstico final.

O quadro a seguir descreve resumidamente os 10 níveis explicativos. O gráfico a seguir, apresenta a distribuição dos estudantes em níveis explicativos durante as fases do ensino.



Distribuição dos alunos de todas as turmas em níveis explicativos durante as fases do ensino.

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 contribuindo para a reflexão sobre o 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 carregadas 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.

Além da construção de um instrumento de análise (níveis explicativos) que permitiu avaliar o progresso da evolução das concepções dos alunos, 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENARROCH, B. A. (2000). 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.
- . (2001). Una Interpretación del desarrollo cognoscitivo de los alumnos em el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), p. 123 -134.
- BLANCO, A. e PRIETO, T. (1997). 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.
- CHINN, C. A. e BREWER, W. F.(1993). 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.
- OLIVA MARTÍNEZ, J. M. (1999). Algunas Reflexiones sobre Las Concepciones Alternativas y el Cambio Conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*,17 (1), p. 93-107.
- SANCHES BLANCO, G., DE PRO BUENO, A. e VALCÁRCEL PÉREZ, M. A. V. (1997) 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.