



Abordando Soluções em Sala de Aula – uma Experiência de Ensino a partir das Idéias dos Alunos

Miriam Possar do Carmo e Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Este artigo apresenta uma proposta de ensino para auxiliar os alunos de 2ª e 3ª séries do Ensino Médio no entendimento do conceito de solução, considerando a idéia da homogeneidade como uma característica importante na interface da passagem de um conjunto de conceitos a outros e na construção de noções mais complexas. As atividades foram desenvolvidas para motivar discussões e reflexões sobre o conceito, incentivando os alunos não somente a analisar sua visão em relação a outras perspectivas, como também reconsiderá-la.

► solução, homogeneidade, situações problemáticas ◀

Recebido em 26/4/06, aceito em 6/12/07

Hoje, considera-se que nas soluções ocorram interações entre as partículas (moléculas ou íons) do soluto (componente em menor quantidade ou substância dissolvida) com as do solvente (componente mais abundante ou agente da dissolução). Dessa forma, as forças eletrostáticas (interatômicas e intermoleculares), que permitem interações entre as partículas de soluto e entre as de solvente, devem dar lugar a novas interações soluto/solvente quando da formação de uma solução.

A dissolução de um composto iônico, tal como o cloreto de sódio (NaCl) em água, é essencialmente um processo de separação de íons preexistentes do soluto, uma vez que esses íons, fortemente atraídos por suas cargas opostas, ao entrarem em contato com o solvente molecular (H₂O), se tornam solvatados ou hidratados pelas moléculas da água. Do ponto de vista microscópico, isso ocorre devido ao caráter polar da molécula da água, cuja carga par-

cial negativa do átomo de oxigênio é atraída pelo cátion do soluto, e a carga parcial positiva de cada átomo de hidrogênio é atraída pelo ânion do soluto. Como consequência dessas novas interações entre soluto e solvente, ocorre a dissolução, e os íons se dissociam.

Já em 1887, Svante Arrhenius apresentou uma idéia central sobre as concepções de soluções químicas considerando a dissolução das substâncias em água, e propôs uma teoria sobre a dissociação eletrolítica, na qual a representou como se segue:

“Soluções aquosas de cloreto de sódio → íons sódio + íons cloro”

A partir da teoria de Arrhenius, ficou estabelecida a química dos íons, (Jaffe, 1976):

Estranhas partículas, infinitésimas da matéria e dotadas

de cargas elétricas que permitem a passagem da corrente elétrica através da solução quando estas tocavam os eletrodos, abandonando suas cargas elétricas e retomando mais uma vez para o estado atômico.

No entanto, ensinar o conceito de solução no Ensino Médio, vinculado à noção microscópica do processo de dissolução, não tem se mostrado uma prática pedagógica muito efetiva e o que se percebe é a valorização dos aspectos quantitativos em detrimento dos aspectos qualitativos (Echeverria, 1993).

Dificuldades na construção de noções mais complexas em relação a esse tema poderiam estar ligadas: aos conceitos prévios não articulados pelo aluno, à ausência de uma visão microscópica por parte do professor (Carvalho e Gil-Pérez, 2000) e ao emprego de um material didático que valorize aspectos quantitativos. Assim, o que se percebe é o abandono de práticas pedagógicas que conjecturem tais finalidades.

A seção “O aluno em foco” traz resultados de pesquisas sobre idéias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas idéias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

Considerando o currículo de Química no Ensino Médio, o entendimento do nível microscópico do tema solução é importante, pois tópicos como transformações químicas, eletroquímica e equilíbrio químico poderiam atingir um melhor nível de compreensão e noções como: ligações químicas, substâncias, modelo particular da matéria, interações químicas; e também poderiam ser retomados pelos estudantes em níveis diferentes em suas estruturas conceituais.

Portanto, compreender o conceito de dissolução em termos de interações entre as partículas de soluto/solvente exigirá que o aluno reorganize suas concepções de um nível de abstração menos complexo a níveis mais complexos de sua cognição. Considera-se que essa reorganização conceitual não se trata de uma mudança de concepções, mas sim de um processo gradual que envolve um esforço próprio do aluno, refletindo a respeito de suas idéias e as articulando, ampliando-as, quando envolvido em interações com o professor e os colegas (Martínez, 1999a, 1999b; Cachapuz e cols., 2002, Printrich e cols., 1993). É importante que o professor conheça

Os estudantes fornecem explicações macroscópicas aos conceitos relacionados às soluções, influenciados pelos aspectos observáveis e pelas experiências que vivenciam em seu cotidiano.

as concepções prévias dos alunos, uma vez que estas estabelecerão conexões entre os conceitos não somente com os já existentes, como com os advindos de novas informações e de novas relações sociais, o que requer por parte do aluno uma atividade mental. Evoluir na forma de pensar não implica, nesse estudo, o abandono de velhas concepções, mas a eliminação de certas qualidades da concepção inicial e a incorporação a esta de outras qualidades, o que permite ao aluno discriminar qual conceito ou representação são adequados para cada situação (Límon, 2001; Mortimer, 2000; Nardi e cols., 2004).

Alguns estudos mostram que, nas concepções de estudantes sobre as

soluções, o soluto desaparece, quebra, sofre fusão, acumula-se no fundo do recipiente, combina ou se decompõe, e a solução é considerada apenas como uma mistura. Poucos estudantes conseguem diferenciar entre solução e substância; estes associam a dissolução à densidade dos materiais; e apresentam explicações apoiadas nos aspectos perceptíveis do processo. Eles apresentam muita dificuldade em utilizar um modelo atômico molecular para explicar o processo de dissolução.

Refletindo sobre os resultados desses estudos, aliado à nossa experiência pedagógica, a homogeneidade da solução foi considerada uma característica importante na interface da passagem da visão macroscópica para a microscópica, e sua compreensão poderia desencadear reflexões nos alunos sobre possíveis interações que ocorrem entre o soluto e o solvente no processo de dissolução, mediando a construção do conceito de solução e

do processo de dissolução. A partir dessas considerações, estruturou-se uma situação de ensino para que as idéias dos estudantes sobre o tema solução fossem manifestadas e, uma vez explícitas, que fossem identificadas e reconhecidas por eles, para que, num processo de

reflexão e interação, pudessem ser reelaboradas (Wheatley, 1991).

Participaram do estudo 101 estudantes do Ensino Médio de 2ª e 3ª séries, de duas escolas da rede pública de ensino situadas em uma região urbana do estado de São Paulo, os quais não haviam estudado o tema solução.

Inicialmente, as concepções dos alunos sobre o tema foram verificadas por meio de quatro

questões abertas que solicitavam: o entendimento da palavra “solução” (no contexto da aula de Química); da expressão “dissolver uma substância em outra”; exemplos de soluções conhecidas por eles; e a representação, por meio de desenhos e explicações, do processo da dissolução de sal de cozinha em água.

A maioria dos estudantes (55,4%) associou a idéia de solução à ação que envolve o ato de “misturar”, sem que especificasse a idéia de fases e, quando a consideravam (15,8%), surgiam concepções carregadas de idéias alternativas como: “mistura como solução heterogênea, mistura homogênea de elementos químicos”. Foi possível verificar, também, certa confusão entre os conceitos de substância pura e mistura homogênea de substâncias (solução), com manifestações de idéias do tipo: “solução simples, solução composta, substância homogênea”.

Quando solicitados a apresentar um modelo representativo de um sistema constituído de água e um pouco de sal, seus desenhos (Figura 1),

Compreender o conceito de dissolução em termos de interações entre as partículas de soluto/solvente exige que o aluno reorganize suas concepções de um nível de abstração menos complexo a níveis mais complexos de sua cognição.

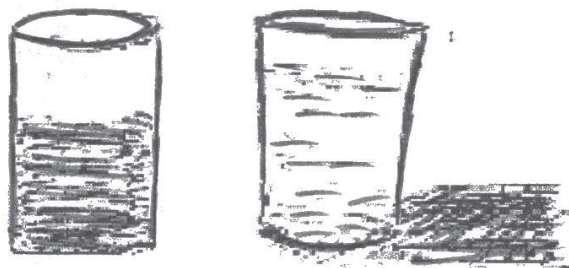


Figura 1: Representações consideradas de uma visão contínua da matéria.

a nosso ver, indicavam uma visão contínua da matéria, em cujas representações destacavam: linhas horizontais, linhas com hachuras, ausência de elementos indicativos (pontinhos, bolinhas, pinguinhos) (Ebenezer e Gaskell, 1995).

Isto revelou concepções fortemente apoiadas nos aspectos perceptíveis. Em seus modelos explicativos, não havia a indicação da idéia da homogeneidade, o que evidenciou dificuldade no estabelecimento da diferença entre um sistema representativo de substância pura e solução. Tais concepções também orientaram a elaboração da situação de ensino, aplicada em duas aulas de 50 minutos cada uma.

Na primeira aula, foi apresentado aos alunos um conjunto de frascos contendo diferentes materiais, identificados por letras que constituíam os diferentes sistemas: líquidos com aparência tanto homogênea quanto heterogênea e sólidos de diversos aspectos e graus de agregação

(leite de magnésia e água; solução aquosa de sulfato de cobre pentahidratado; cloreto de sódio; vinagre e óleo; sulfato de cobre sólido; uma mistura de bicarbonato de sódio e carbonato de cálcio; enxofre (sólido); barra de zinco; serragem; tinta de caneta; carvão em pó e óxido de cobre; areia; granito; prego de ferro; ouro 18 quilates; latão). Os alunos deveriam selecionar, dentre os frascos, os que consideravam que continham uma substância pura e os que continham misturas de substâncias, e indicar, em uma folha de trabalho, o critério utilizado para a escolha. Na seqüência, uma discussão foi mediada pela professora envolvendo toda a classe. Os alunos confrontaram suas idéias, podendo não somente analisar sua visão em relação a outras perspectivas dos colegas, como também reconsiderá-las.

A aparência homogênea do sistema foi o critério por eles utilizado na identificação dos sistemas como substância pura. Visando fornecer

A reorganização conceitual não se trata de uma mudança de concepções, mas sim de um processo gradual que envolve um esforço próprio do aluno, refletindo a respeito de suas idéias e as articulando, ampliando-as, quando envolvido em interações com o professor e os colegas.



Figura 2: Pigmentações apresentadas após a cromatografia da tinta preta da caneta esferográfica.

outros dados que pudessem contribuir para a reflexão dos alunos, foi realizado um experimento: a cromatografia da tinta preta de caneta esferográfica (Ambrogi e Lisboa, 1983). A tinta, aparentemente homogênea, pôde ser separada em diferentes pigmentos (Figura 2).

Visto que a aparência homogênea do sistema não garantia a existência de uma substância pura, esse conceito e o de mistura de substâncias foram se sistematizando com a mediação da professora. Em um processo de reflexão e discussões, a idéia de solução como uma mistura homogênea de substâncias e sua diferenciação de uma mistura heterogênea de substâncias começaram a fazer parte das idéias que surgiam nas discussões, e os alunos escreviam sobre os novos conceitos.

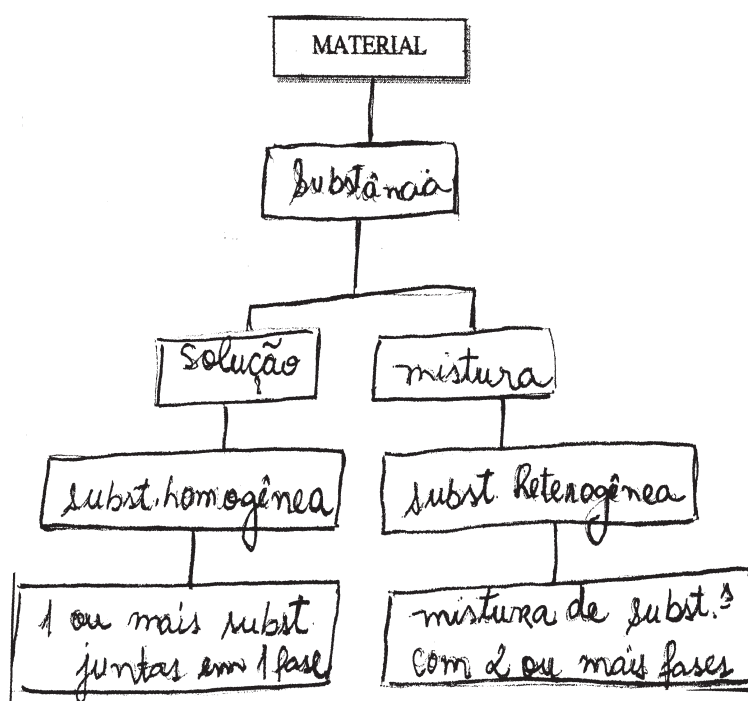
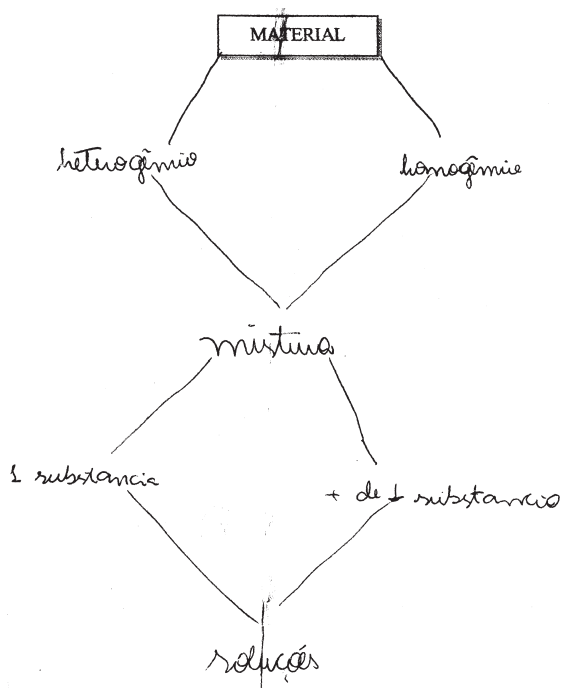


Figura 3: Mapas conceituais elaborados por 2 alunos.

No sentido de organizar o conjunto de significados elaborados durante a atividade e verificar como estes se estruturaram em suas concepções, os alunos foram convidados a fazer um mapa conceitual (Figura 3), após terem sido orientados sobre a forma de elaboração.

Mapas conceituais, de modo geral, são diagramas indicando relações entre conceitos (Moraes, 1998). Neste estudo, foram utilizados como um instrumento que possibilitou ao aluno organizar e estabelecer relações entre os conceitos construídos, e ao professor avaliar aspectos da aprendizagem desses conceitos.

Os mapas conceituais poderão ajudar o professor a entender que relações conceituais os alunos estabelecem, podendo evidenciar a compreensão ou não de alguns desses conceitos, orientando, assim, um possível replanejamento do ensino e sendo útil como um instrumento de avaliação.

Analisando os mapas elaborados pelos alunos, foi possível perceber que persistia a dificuldade na diferenciação entre substância pura e solução. Provavelmente, a idéia de que todos os sistemas representavam substâncias puras satisfazia-os plenamente, dificultando a evolução de suas concepções. Entretanto, 59,3% dos estudantes passaram a considerar a existência da mistura como um sistema tanto homogêneo quanto heterogêneo, revelando que houve um incremento de novas idéias (Marton, 1981). Foi verificado, ainda, que uma parte dos alunos (25,4%) caracterizava a mistura como agrupamento de substâncias sem recorrer à idéia de fase; 27,1% utilizaram o termo solução para expressar a idéia de um sistema tanto homogêneo quanto heterogêneo.

A partir desses dados, pôde-se perceber que os alunos ainda não ti-

nam reelaborado adequadamente o conceito de solução, e se investiu na retomada desses conceitos a partir de outra atividade.

Na segunda aula, foram apresentadas novamente misturas heterogêneas (água e óleo; leite de magnésia e água; solução aquosa de cloreto de sódio com corpo de fundo; água mineral com gás), as quais permitiram a elaboração da idéia de fases e componentes. Realizou-se uma demonstração

em que se aqueceu, utilizando uma lamparina, uma solução aquosa de cloreto de sódio contida numa colher; e outra em que se preparou uma solução aquosa de sulfato de cobre pentaidratado, a partir do sal sólido, com intuito de mostrar que havia mais de um componente nesses sistemas homogêneos. Os alunos puderam observar amostras de latão e ouro 18 quilates e se discutiu sobre: a homogeneidade dos sistemas, a questão da existência de soluções sólidas e alguns aspectos relativos à sua utilização, esclarecendo, por exemplo, a diferença entre ouro puro e aquele usado em joalheria, como as ligas metálicas. Esses fatos motiva-

ram a percepção de que nem toda solução exige a participação de um líquido, idéia que foi manifestada previamente por 65,3% dos alunos. Nessa aula, houve participação ativa dos alunos. Receberam uma folha de trabalho para que, durante as demonstrações e discussões, fossem classificando os componentes das soluções apresentadas em seus diferentes estados de agregação. Dessa forma, a idéia

de soluto e solvente foi se diferenciando. Ainda, a partir da análise de propriedades físicas de algumas substâncias, dados que foram apresentados pela professora, na forma de uma tabela, foi possível que os alunos reconhecessem que tais propriedades são peculiares das substâncias puras e não das soluções, o que os auxiliou na distinção entre ambas. A intervenção da professora predominou, pois além de fornecer as informações, apresentou questões que contribuiriam para que muitas discussões fossem desencadeadas, ricas em argumentações, exemplificações, denotando o envolvimento dos alunos na construção dos significados dos conceitos.

Após a segunda aula, percebeu-se que as concepções dos alunos evoluíram, pois os que não diferenciavam substância pura de mistura passaram a elaborar idéias do tipo: compreensão da mistura como um agrupamento de substâncias sem a idéia de fases (18,4%), considerações da possibilidade de uma mistura formar sistemas tanto homogêneos quanto heterogêneos (40,7%), construção do conceito científico de solução como uma mistura homogênea de substâncias (18,6%).

Cerca de um mês após a realização dessas atividades, foram aplicadas três questões que procuravam verificar os conhecimentos que foram elaborados e solicitavam: o entendimento do conceito de solução; a seleção dentre uma série de sistemas; os que eram representativos de uma solução, bem como sua classificação em solução sólida, líquida ou gasosa. Também foi solicitada a análise da questão: a água potável e a água mineral são consideradas substâncias puras? Verificou-se que 40,7% do total dos alunos compreenderam a diferença entre uma substância pura e uma

A maioria dos estudantes (55,4%) associou a idéia de solução à ação que envolve o ato de 'misturar', sem que especificasse a idéia de fases e, quando a consideravam (15,8%), surgiam concepções carregadas de idéias alternativas como: 'mistura como solução heterogênea, mistura homogênea de elementos químicos'.

Os mapas conceituais poderão ajudar o professor a entender que relações conceituais os alunos estabelecem, podendo evidenciar a compreensão ou não de alguns desses conceitos, orientando, assim, um possível replanejamento do ensino e sendo útil como um instrumento de avaliação.

mistura de substâncias, e 37,3% identificaram a solução constituída por uma mistura de substâncias e perceberam a homogeneidade do sistema como característica fundamental da solução.

Em vista dos resultados, pode-se considerar que os estudantes fornecem explicações macroscópicas aos conceitos relacionados às soluções, influenciados pelos aspectos observáveis e pelas experiências que vivenciam em seu cotidiano. Portanto, situações do dia-a-dia devem ser exploradas com objetivo de oportunizar aos estudantes transitarem de níveis menos complexos a mais complexos de suas estruturas de pensamento. As atividades desenvolvidas apoiadas no concreto

foram importantes para que as idéias dos alunos evoluíssem, uma vez que, no concreto, é que ele inicia a ancoragem e diferenciação das informações às quais é submetido, podendo reorganizar seu pensamento. A idéia da homogeneidade da solução foi uma característica relevante e explorada, auxiliando o aluno a refletir e buscar explicações mais razoáveis que a justificasse. Esse processo de ensino-aprendizagem parece ter dado subsídios para que o aluno fosse além dos fatos perceptíveis, contribuindo para a construção de uma visão microscópica do processo de dissolução.

Pode-se inferir que existe uma fase intermediária entre as idéias macroscópicas e um nível teórico de

explicações mais complexo. Assim, um ensino mais profícuo de soluções, visando à elaboração por parte dos alunos de modelos explicativos, exigiria um período de tempo maior, para que num processo de discussões e reflexões fosse possível ao aluno romper a barreira do concreto e evoluir em sua maneira de pensar e explicar os fenômenos.

Miriam Possar do Carmo (mipcarmo@iq.usp.br), licenciada em Química pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São Bernardo do Campo, mestre no ensino de Ciências na Modalidade de Química pela USP, é professora de Química do Ensino Médio do Colégio Singular (unidade de São Bernardo do Campo – SP). **Maria Eunice Ribeiro Marcondes** (mermarco@iq.usp.br), bacharel e licenciada em Química; doutora em Ciências pela USP, é docente do Instituto de Química da USP.

Referências

AMBROGI, A. e LISBÔA, J.C.F. *Misturas e substâncias – reações químicas*. São Paulo: Hamburg; Centro de Estudos de Ciências de São Paulo (CECISP), 1983. p. 34-37

CARVALHO, A.M.P e PÉREZ, D.G. *Formação de professores de Ciência: tendências e inovações*. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2000.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. e JORGE, M. *Ciência, Educação em ensino e ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, 2002. p. 141-170.

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

EBENEZER, J.V. e GASKELL, P.J. Relational conceptual change in solution chemistry. *Science Education*. v. 79 (1), p. 1-17, 1995.

JAFFE, B. *Crucibles: the story of chemistry*. 4 ed. New York: Dover Publications, 1976. p. 165-180.

LIMÓN, M. On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, v. 11, p. 357-380, 2001.

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

_____. Ideas para la discusión sobre las concepciones del cambio conceptual - Comentarios acerca del artículo "Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual" de N. Marín Martínez. *Enseñanza de La Ciencia*. v. 17 (1), p. 115-117, 1999.b

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Cadernos de Aplicação*. v. 11 (2), p. 143-156, 1998.

MARTON, F. Phenomenography – describing conceptions of the word around us. *Instructional Science*. v. 10, p. 177-220, 1981.

MORTIMER, E.F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de Ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

NARDI, R., BASTOS, F., DINIZ, R, E, S. *Pesquisa em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores*. 5 ed. São Paulo: Escrituras, 2004. p. 7-55.

PINTRICH, P.R.; MARX, R.W. e BOYLE, R.A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*. v. 63 (2), p. 167-199, 1993.

WHEATHEY, G.H. Constructivist per-

spectives on Science and Mathematics learning. *Science Education*. v. 75 (1), p. 9-21, 1991.

Para saber mais

EBENEZER, J. V. e ERICKSON, G. L. Chemistry students' conceptions of solubility: a phenomenography. *Science Education*, v. 80 (2), p. 181-201, 1996.

ECHEVERRIA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. *Química Nova na Escola*. n. 3, maio 1996.

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

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*, v. 11 (4), p. 451-464, 1989.

SÁNCHEZ BLANCO, G., DE PROBUENO, 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*, v. 15 (1), p. 35-50, 1997.

Abstract: *Approaching Solutions in Classroom - A Teaching Experience Starting from the Students' Ideas*. This study presents a proposal for dissolution teaching to support the students on the understanding of this concept, considering the idea of homogeneity, as the basic characteristic on the interface of the transition from one concept to another, on the construction of more complexity notions. The activities were developed to motivate and promote discussions and reflexion about the concept, encouraging the students not only on the evaluations of their perception with regard to other perspectives (contexts), but also consider them.

Keywords: solution, homogeneity, problematic situations