

Reflexões sobre o que se Ensina e o que se Aprende sobre Densidade a partir da Escolarização

Adriana Vitorino Rossi, Alexandra Maria Massarotto, Fabiana Burgos Takahashi Garcia, Gisele Regina Trotti Anselmo, Inara Lilian Gabriel De Marco, Isabel Cristina Baddini Currello, Juliana Terra e Silvana Maria Corrêa Zanini

Do ponto de vista formal, o conceito de densidade é simples, mas representa dificuldade de ensino e aprendizagem ao serem consideradas as habilidades relacionadas, nem sempre consolidadas, nos diversos níveis de escolarização. Diversos instrumentos permitem verificar a frustrante ausência de aprendizagem significativa do conceito. Neste trabalho, um grupo de professoras de Química compartilhou vivências profissionais para sistematizar dados sobre concepções de estudantes, incluindo uma pesquisa com 440 alunos de Ensino Médio e Superior, a fim de obter subsídios para repensar suas práticas pedagógicas. Foi confirmada a associação direta de densidade com sua expressão matemática que, por semelhança dos termos envolvidos, gera um indevido paralelo com concentração. Os resultados permitiram detectar a dificuldade na percepção do caráter intensivo da densidade e a falta de consideração das interações moleculares e polaridade para explicar a imiscibilidade de algumas substâncias.

► densidade, concepções dos estudantes, reflexões dos professores ◀

Recebido em 12/09/08, aceito em 15/10/08

Em meados de 2006, um grupo, que reúne professoras do Ensino Médio e Superior, público e particular, além de pós-graduandas, interessado em discutir sua própria prática e algumas dificuldades em comum vividas em sala de aula (Rossi e cols., 2006), iniciou uma investigação relacionada sobre o conceito de densidade. Esse tema foi escolhido porque as professoras reconheceram que, entre seus estudantes, o processo de aprendizagem de densidade e outros tópicos articulados com esse conceito apresenta dificuldades semelhantes. Assim como Elliot (*apud* Bragagnolo e cols., 2007), o grupo crê na importância da reflexão sobre sua ação, ressaltando a importância do trabalho coletivo tanto para o processo de desenvolvimento profissional,

quanto para a busca de meios para enfrentar e resolver os problemas de sua prática profissional.

A palavra e o conceito de densidade

Há diversas inserções da palavra densidade em outras disciplinas além da Química, podendo aparecer como um adjetivo ou uma figura de linguagem, para exprimir ou expandir outros conceitos.

Em *Literatura*, densidade pode servir para exprimir a noção de profundidade, intensidade poética, como em: "Textos curtos, *com densidade poética*, são instrumentos poderosos para sensibilizar o aluno" (Brasil, 2006a, p. 78). Em *Matemática*, serve para consolidar uma idéia e exemplificar o uso de relações de proporção entre grandezas e correlação entre unidades de medida. Enquanto que,

em *Estatística*, densidade aparece no cálculo de probabilidades e suas distribuições: variáveis aleatórias contínuas: função *densidade*; pares aleatórios contínuos: função *densidade conjunta*, *densidade marginal* e *condicional* (Isa, 2006). Em estudos de *Biodiversidade e Ambiente* (Brasil, 2006c), como também em *Geografia* (Brasil, 2005a), *Agricultura* (Rambo e Rückert, 2004) e *Agronomia* (Faria e cols., 2000), densidade dá idéia de "concentração" demográfica ou massa populacional de pessoas (Brasil, 2005a), espécies (Brasil, 2005b), substâncias, somando-se ao conceito de *distribuição*. Em *Física*, densidade também se relaciona com o princípio de superposição, no caso de distribuições contínuas e movimentação de cargas quando se comenta sobre *densidade* de corrente elétrica (Plato, 2003).

Em *Química* propriamente, destaca-se a idéia de densidade como a

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.

razão entre a quantidade de massa contida em um determinado volume, o que se relaciona com diversas propriedades das substâncias, podendo servir como ferramenta para determinar outras. Por exemplo, é possível determinar raios atômicos dos metais e raios cristalográficos de íons a partir de valores da densidade do metal (Simoni e Tubino, 1999) ou do sal (Tubino e Simoni, 2007), respectivamente. Densidade aparece também em textos relacionados com modelos atômicos ou ligações químicas, em termos de *densidade* eletrônica (Toma, 1997). Outros casos poderiam ser citados e essa listagem só cresceria.

No cenário atual de discussões sobre questões energéticas, é comum a mídia divulgar matérias sobre petróleo nas quais aparecem referências à densidade. Especificamente nesse contexto, a densidade aparece como um parâmetro de qualidade do petróleo, seguindo uma convenção americana: petróleo com densidade alta é viscoso. O petróleo brasileiro é muito denso, diferente do petróleo de outras regiões produtoras e isso traz uma série de conseqüências que são discutidas na mídia, na qual alguns jargões da engenharia podem confundir o leitor leigo, pois é comum aparecerem citações como as mostradas a seguir em que constam grifos nossos:

Essa medida referente ao petróleo define que o óleo é mais denso ou pesado quando o API (American Petroleum Institute - padrão de convenção norte-americano que estabelece a densidade) é abaixo de 22, o que deixa o combustível mais viscoso (Gasquez, 2007, s/p).

Embora o petróleo exportado pelo Brasil tenha uma composição diferente do WTI — é mais denso e pesado —, os preços para exportação acompanham as oscilações no mercado internacional (Abihpec, 2006, s/p).

Como o próprio nome já diz, o petróleo pesado é mais denso

e viscoso que sua outra versão leve, mais fácil de ser extraída e que é explorada no Brasil (Castro e Carrozo, 2006, s/p).

A significação da palavra é diferente a cada situação concreta a que se aplica (Bakhtin, 1981), por isso é necessário elaborar ou utilizar modelos científicos que possam modificar as explicações do senso comum para direcionar sua significação à aplicação, como é proposto nos PCN+ (Brasil, 2002). Assim, talvez até mesmo devido às diversas formas de inserção da palavra densidade com diferentes sentidos em vários conteúdos escolares, muitos educadores químicos têm detectado dificuldades para ensinar o conceito de densidade. Além desse aspecto que pode ser complicador, conceitos matemáticos fundamentais como razão e proporção, que não se consolidam facilmente para muitos estudantes (Smith e cols., 1992), são envolvidos e, mais grave, não fica óbvio que, em Química, a densidade relaciona-se com a distribuição das partículas de uma determinada massa considerada contida em um dado volume, refletindo macroscopicamente os arranjos dessas partículas em nível atômico-molecular (Hawkes, 2004).

De acordo com Smith e cols. (1997), esse conceito não é facilmente aprendido pelos estudantes, pois o uso de fórmulas matemáticas e definições não os ajudam a reelaborar suas concepções iniciais sobre massa, volume e densidade e, portanto, falham em provocar mudanças conceituais. O estudante não é levado a reconhecer as deficiências de suas concepções iniciais nem a entender o conceito de densidade do ponto de vista fenomenológico ou qualitativo para atingir uma conceitualização formal. Isso poderia ser facilitado com a abordagem inicial de um modelo pautado em aspectos qualitativos, seguindo-se medidas e cálculos num momento posterior ao entendimento conceitual, quando se pode inclusive corroborar o modelo e as observações experimentais.

Certamente, esse conceito aparece com frequência em situações

cotidianas, mas muitas vezes passa despercebido, pois o que se associa à densidade a partir do conhecimento escolarizado é matematizado e limitado a exemplos quase sempre restritos a misturas entre um líquido e outro líquido ou um sólido e de maneira descontextualizada. Uma característica marcante no ensino tradicional é confundir conceitos com definições. Segundo Mortimer, Machado e Romaneli (2000), ao se ensinar densidade com ênfase na expressão matemática, o estudante é levado a acertar com facilidade os cálculos de valores de massa, volume e densidade, mas dificilmente consegue explicar o funcionamento dos densímetros em postos de gasolina. Isso indica dissociação do que foi abordado na aula de Química com o que ele observa no dia-a-dia, indicando que “[...] esse aluno não aprendeu um conceito, mas apenas sua definição” (p. 274). O estudante consegue fazer cálculos envolvendo a expressão da densidade, mas não consegue resolver questões que envolvem seu conceito. Sem compreender o aspecto conceitual, o estudante limita-se a aplicar a formulação matemática de densidade em contextos estereotipados em sala de aula, sem conseguir aplicá-lo para entender diferentes fenômenos de seu cotidiano. Esse resultado não é ideal, já que, como aponta Oliveira (2001):

[...] os conceitos científicos devem contribuir para a formação de sujeitos que compreendam e questionem a ciência do seu tempo. A mera resolução matemática de exercícios numéricos não é sinônimo de compreensão do conceito, o que só ocorre quando o entendimento e a aplicação de um conceito químico são articulados com outros conceitos químicos já conhecidos. (p. 228)

No Brasil, a partir das décadas de 1960 e 1970, surgiram propostas para ensino de ciências que privilegiavam a memorização de fórmulas, a nomenclatura, a classificação, as operações matemáticas e a solução

de problemas (Paraná, 2007). Ainda há estudantes que podem ter vivenciado resquícios desse tipo de abordagem em alguma fase de sua escolarização, o que pode explicar dificuldades para percepção de densidade como propriedade intensiva da matéria, que não depende de formato nem tamanho.

Para estimular o aprendizado em Química

Algumas sugestões para a abordagem qualitativa do conceito de densidade, para ajudar os estudantes refinarem suas próprias intuições sobre o mundo das ciências e atingir a conceitualização científica, foram citadas por Keiter e Puzey (2006), com a utilização de varetas de mesma massa e diâmetro, de diferentes metais, para que o aumento da altura fosse relacionado com a diminuição da densidade. Snir e cols. (1993) criaram experiências simuladas em computador, desenvolvidas de tal forma que a inter-relação entre conceitos leva o estudante a reformular suas idéias preexistentes e não apenas interpretar um experimento. Esses autores argumentaram que essas simulações favorecem a conceitualização científica, pois envolvem uma representação concreta para a consolidação do conceito formal. Peterson-Chin (2004), por outro lado, sugeriu uma proposta experimental para a determinação da densidade de produtos de uso doméstico como óleo de cozinha, vinagre e xarope de milho, na qual são criadas situações buscando a mudança de concepções iniciais e/ou favorecendo a conceitualização formal de densidade entre seus estudantes. Para essa autora, a proposta oportuniza destacar o caráter intensivo da densidade e minimiza confusões com o conceito de massa. Esses são alguns exemplos que podem representar subsídios para inspirar novas abordagens de densidade.

Investigando o assunto

O grupo de professoras refletiu sobre a relevância do conceito de densidade, como forma de legitimar esforços para ensiná-lo e, principalmente, motivar seu aprendizado. A fim de sistematizar informações que orientassem a discussão coletiva

focada na abordagem da densidade nas aulas, inicialmente, foram compartilhadas algumas vivências de sala de aula. Além disso, uma verificação conjunta da abordagem desse conceito em alguns livros didáticos de Química surgiu como opção para subsidiar a proposta de estratégias e abordagens, além de ajudar a entender dificuldades e acertos destacados na prática docente das professoras.

Diversos livros didáticos brasileiros voltados para o Ensino Médio conduzem à familiaridade com a resolução de problemas matemáticos de Química, subestimando aspectos conceituais. Considerando o material disponível à época anterior ao PNLEM e familiar ao grupo (Feltre, 2004; Gallo Neto, 1996; Lembo, 2000; Peruzzo e Canto, 1995; Reis, 1996; Sardella, 1998), notou-se que o conceito de densidade aparece tratado tradicionalmente, sendo apresentado como uma expressão matemática que relaciona massa e volume, a partir do estudo da matéria e de suas propriedades. É comum os textos limitarem-se a apresentar a água como exemplo para demonstrar a relação entre medidas, ou seja, 1 g de água ocupa o volume de 1 mL.

Em outras obras (Mortimer e Machado, 2002; Santos e Mól, 2005), o conceito de densidade é construído a partir da análise de dados experimentais e teóricos de massa e volume, visando demonstrar a relação constante entre essas grandezas para uma mesma substância. Além disso, essas obras valorizam atividades práticas com a construção de tabelas, análise dos dados encontrados e uma maior quantidade de atividades individuais e em grupo com essa finalidade. Essa abordagem parece facilitar que o estudante perceba que materiais iguais têm mesma densidade independente de sua forma.

Para formalizar nosso processo investigativo, foi realizada uma pesquisa quantitativa, tendo um questionário de opinião como instrumento numa técnica estruturada para coleta de dados por amostragem (Trujillo, 1998; Malhotra, 2001). O grupo discutiu aspectos considerados pertinentes para

investigar a fim de obter os subsídios para a reflexão sobre o ensino e a aprendizagem do conceito densidade. Levando em consideração algumas dificuldades gerais vivenciadas pelas autoras, foi elaborado um questionário com seis questões de múltipla escolha (Q1 a Q6), sendo que a primeira e a última questões eram de auto-avaliação dos estudantes; as demais envolviam aplicações do conceito de densidade sem ênfase no formalismo matemático. O objetivo foi verificar o entendimento do conceito de densidade, como uma propriedade intensiva da matéria, assim como os aspectos relacionados como solubilidade e miscibilidade, além de possíveis confusões com outras razões entre massa e volume como a concentração. A Figura 1 ilustra o modelo do questionário utilizado (Rossi e cols., 2007).

O questionário (Figura 1) foi aplicado em 2006 a 440 estudantes num total de seis turmas de 1ª a 3ª séries de Ensino Médio Público (EMPu), duas turmas de Ensino Médio Técnico (EMT), seis turmas de Ensino Médio Particular (EMPa), quinze alunos de escola pública de Educação de Jovens e Adultos (EJA), além de duas turmas de alunos de Ensino Superior Público (ESP) de 2º semestre de cursos de Engenharia Química e Química.

Discussão dos resultados e considerações

Durante a aplicação dos questionários, foi notado o desinteresse de estudantes em EJA e a boa receptividade em EMPu. Em EMPa, a despeito dos esclarecimentos, observou-se o incômodo nos estudantes que associaram a atividade com uma avaliação não convencional e demonstraram grande preocupação com a consequência de seu desempenho nas respostas.

A maioria dos estudantes (180) considerou saber muito ou tudo sobre densidade, porém apenas 54% destes acertaram mais que duas questões. Mesmo assim, 44% mantiveram sua auto-avaliação, indicando que não sentiram suas concepções questionadas nem notaram seus erros. Os alunos mais otimistas estavam em EMPa (69%), porém apenas 1/3 destes acertaram mais que duas

Caro estudante: estamos trabalhando com propostas que visam melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Se você está disposto a colaborar respondendo algumas questões abaixo, nós agradecemos, pois isso será muito importante para nossa pesquisa. Não há qualquer relação com nota nem é necessário identificar-se. Obrigada!

Idade: _____ Sexo: () F () M
Escola: _____ Série: _____ Período: _____ Nº de aulas semanais de Química: _____

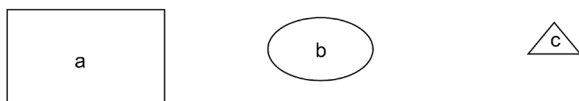
1) Você sabe o que é densidade?

() Não, nada () Um pouco () Mais ou menos () Muita coisa () Sim, tudo

2) Uma caixa para transporte de carga está totalmente lotada com 10 kg de chumbo. Esta mesma caixa será usada para transportar 10 Kg de isopor em flocos. Responda o que deve acontecer:

- () A caixa ficará lotada, cabendo todo o isopor, e o transporte poderá ser feito.
() A caixa ficará lotada, cabendo todo o isopor, e é preciso refrigerar a carga para o transporte.
() A caixa não ficará lotada, cabendo todo o isopor e o transporte poderá ser feito.
() A caixa ficará lotada e não caberá todo o isopor.
() A caixa ficará lotada mas caberá todo o isopor se houver refrigeração para o transporte.

3) As figuras abaixo representam 3 pedaços de isopor: a, b e c. O que se pode dizer sobre os valores das densidades d_a , d_b e d_c ?



() $d_a = d_b = d_c$ () $d_a = d_b > d_c$ () $d_a = d_b < d_c$ () $d_a > d_b > d_c$ () $d_a < d_b < d_c$

4) Quem já tentou juntar óleo e água, notou que esses líquidos não se misturam: o óleo fica boiando sobre a água. Para explicar isso, várias idéias podem vir à mente. Assinale a alternativa mais correta.

- () Líquidos com densidades diferentes não se misturam
() Líquidos com moléculas diferentes não se misturam porque tem densidades diferentes
() Líquidos com polaridades diferentes mas com densidades iguais podem se misturar
() Líquidos com polaridades diferentes mas com densidades iguais não se misturam
() todos os líquidos com densidades iguais misturam-se entre si

5) Relações de massa e volume são muito usadas em química. Em geral, a densidade (d) é expressa em gramas por mililitro (g/mL) e há uma unidade de concentração (C) dada em gramas por litro (g/L). Considerando o que vc sabe e/ou já aprendeu, responda:

- () Para passar de densidade para concentração basta transformar a unidade
() Para a densidade o volume só pode ser em mL ou cm^3 . Volume em litro só vale para concentração, por isso não é possível transformar as unidades.
() Toda solução concentrada é um líquido com densidade alta.
() Densidade é relação entre massa e volume do material. Concentração é relação entre massa de soluto e volume de solução. Se não estiverem na mesma unidade, pode-se converter.
() Densidade é relação entre massa e volume do material. Concentração é relação entre massa de soluto e volume de solução. Não é possível transformar as unidades que expressam variáveis diferentes.

6) Qual a nota que você daria para o seu conhecimento sobre densidade?

() 0 (zero) () 2,5 () 5,0 () 7,5 () 10

Figura 1: Modelo do questionário de opinião aplicado.

questões. Uma relação inversa foi observada em EMPu, o que pode ser reflexo de problemas de auto-estima sem necessariamente estar relacionado com suas competências e habilidades específicas.

Q2 envolvia o conceito de densidade numa aplicação concreta e apresentou o maior índice de acerto, provavelmente pela proximidade com experiências pessoais, o que deve indicar a eficiência de abordagens contextualizadas.

Em Q3, os estudantes indicaram dificuldade para apontar a relação entre a densidade de três corpos de um mesmo material (isopor) com tamanhos e formatos diferentes. Dos estudantes de EMPu, 70% erraram a resposta. Isso pode sugerir as dificuldades de associações representacionais e da falta de compreensão da não dependência da densidade com tamanho e forma do material. Ao realizar uma investigação análoga, com um grupo de 296 estudantes americanos de 12 a

15 anos, Fassouloupoulos e cols. (2003) verificaram que metade deles conseguiu compreender que a densidade de um líquido não depende da quantidade deste nem da forma ou área de superfície do frasco que o contém. Em seu teste, eles partiram de diferentes quantidades de um mesmo líquido em frascos variados, o que pode ter favorecido o maior índice de acertos, já que a compreensão da densidade de líquidos parece ser mais acessível. Isso deve facilitar que o aluno perceba que corpos constituídos de um mesmo material têm a mesma densidade, independente de sua forma e tamanho, contribuindo para o aprendizado.

O índice de acerto de Q4 em EMP indicou o impacto positivo da abordagem de polaridade e forças de interação molecular para compreensão de fenômenos associados à interação de duas substâncias, além das diferenças de densidade: 11% na 1ª série, 16% na 2ª série e 72% na 3ª série, que já havia tido aulas sobre polaridade. Entre alunos que supostamente já deveriam ter tido aulas sobre polaridade, o índice de acerto de Q4 foi de 73% em ESP, 72% em EMPa e apenas 16% em EMPu, o que pode refletir efeitos da flexibilidade de conteúdo programático, preconizada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 2006b).

[...] para cumprir as finalidades do ensino médio [...], as escolas organizarão os currículos de modo a [...] não tratar os conteúdos curriculares como fins em si mesmos [...] e a adotar metodologias de ensino diversificadas (Brasil, 1998, p. 2).

Em Q5, apareciam unidades de densidade e de concentração e, surpreendentemente, 46% dos alunos de ESP apontaram que esses conceitos podem ser convertidos. Isso indica grave problema de formação conceitual que pode ser decorrente da excessiva valorização de equações matemáticas em detrimento de conceitos. Nesse contexto, o estudante geralmente aprende a definição de densidade, mas isso não necessariamente implica na aprendizagem do conceito, o que só se realiza quando este é aplicado

a diferentes fenômenos, nos quais as relações entre densidade e outros conceitos vão se tornando explícitas (Mortimer e Machado, 2002).

Finalmente

Muitos estudantes demonstram dificuldades em aprender conceitos da Química quando isso se limita a uma disciplina escolar restrita a conteúdos fragmentados e apresentados de forma descontextualizada, provocando uma carência generalizada à área. A dificuldade para compreender conceitos científicos é um fator crucial para diminuir o interesse pelo tema e desmotivá-lo pelo estudo de Química, que pode ser encarado como algo impossível e sem aplicação no seu cotidiano.

Os resultados obtidos com o instrumento de pesquisa apontaram que *densidade* parece estar sendo abordada com excessiva valorização de equações matemáticas, trazendo sérias conseqüências inclusive no Ensino Superior. A análise das respostas do questionário destacou a dificuldade de os estudantes entenderem densidade como uma propriedade intensiva da matéria. Eles consideram que a densidade define a separação de fases numa mistura, sem reconhecer a necessidade de alteração desse modelo explicativo.

A abordagem comum de alguns livros didáticos brasileiros, com exemplos centrados na descrição de um líquido misturado com outro líquido ou com um sólido e o tratamento da densidade com modelos matemáticos, pode reforçar essa situação.

A abordagem tradicional da densidade a partir dos fenômenos de flutuação pode ser relevante para destacá-la como uma propriedade da matéria, mas por outro lado, pode reforçar a idéia de que a diferença de densidade determina a imiscibilidade de substâncias, a despeito de efeitos de interação molecular, principalmente quando se trata de líquidos.

Também foi verificada a relevância de uma seqüência adequada para discussão dos conteúdos nas aulas: abordar polaridade junto (ou antes) com densidade é favorável para evitar

erros conceituais na compreensão de fenômenos associados à interação entre substâncias, como em questões envolvendo miscibilidade e solubilidade. Abordar em momentos muitos distintos os conceitos de densidade, polaridade e interações moleculares dificulta sua articulação. No tratamento de fenômenos de solubilidade, é importante retomar o conceito de densidade, pois isso favorece o entendimento e representa uma relevante opção para dissociar a idéia de que a solubilidade depende exclusivamente da densidade. Como recomendado nos PCNEM (Brasil, 1999), devem ser criadas situações que estimulem o estudante a desenvolver a capacidade de raciocínio e de usar a ciência como elemento de interpretação e intervenção. Contextualizar é sempre uma ferramenta fundamental para trazer eficiência ao processo de ensino/aprendizagem. Sendo assim, situações cotidianas que são muitas e facilmente identificáveis, devem ser consideradas na abordagem do conceito de densidade. Como sugestões de exemplos, podem ser lembrados os testes para verificar a adulteração de combustíveis e dados de produtos alimentícios ou farmacêuticos ou ainda informações de embalagens de diversos produtos.

Finalmente, é consenso que o trabalho fortaleceu posturas mais críticas do grupo, inspirando produtivas e conscientes modificações na prática pedagógica de todos os profissionais do ensino de Química que participaram deste trabalho.

Adriana Vitorino Rossi (adriana@iqm.unicamp.br), bacharel em Química Tecnológica e licenciada em Química, mestre em Química Analítica, doutora em Ciências na área de Química Analítica, pós-doutora em Química Inorgânica pelo Instituto de Química da UNICAMP, é docente no Instituto de Química da UNICAMP no Departamento de Química Analítica. **Alexandra Maria Massarotto** (profa_ale@hotmail.com), bacharel e licenciada em Química pela UNICAMP, especialista em Psicopedagogia pela Faculdade São Francisco, é professora no Colégio Visconde de Porto Seguro, Valinhos (SP). **Fabiana Burgos Takahashi Garcia** (fabiburgos08@gmail.com), bacharel e licenciada em Química pela Fundação Santo André, aperfeiçoamento em Ensino de Química pelo Instituto de Química da USP, é professora na Escola Estadual Professora Ana Rita Godinho Pousa, Campinas (SP). **Gisele Regina Trotti Anselmo** (giquimicar@yahoo.com.br), licenciada em Ciências

Biológicas com complementação pedagógica em Química pela PUC-Campinas, mestre em Ciências Biológicas pela UNESP, é professora na Escola Salesiana São José, Campinas (SP). **Inara Lilian Gabriel De Marco** (imarco@iqm.unicamp.br), bacharel em Química Tecnológica, licenciada em Química, mestre em Química Orgânica, é doutoranda em Química Analítica pelo IQ-UNICAMP. **Isabel Cristina Baddini Curralero** (icbcurralero@uol.com.br), engenheira química, licenciada em Química, mestre e doutora em Engenharia Bioquímica pela UNICAMP, é docente na FACAMP, Campinas (SP). **Juliana Terra** (juterra@iqm.unicamp.br), bacharel em Química Tecnológica, licenciada em Química, mestre em Química Analítica, é doutoranda em Química Analítica pelo IQ-UNICAMP. **Silvana Maria Corrêa Zanini** (marsilzan@yahoo.com.br), licenciada em Química pelo IQ-UNICAMP, é professora do Centro Estadual de Educação Supletiva Paulo Decourt, Campinas (SP).

Referências

ABIHPEC, Sipatesp. *Sudeste concentra 58% da exportação*. DCI, 26 nov. 2006. Disponível em <http://www.clippingexpress.com.br/noticia_abhipec.php?x=MjAyOTAzNDAxOA%3D%3D&zs=NjQwMQ%3D%3D>. Acesso em 10 abr. 2008.

BAKHITIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1981.

BRAGAGNOLO, A.; DICKEL, A.; ANDREOLLA, N. Professores-pesquisadores como produtores de conhecimento. In: PRADO, G.V.T.; VARIANI, A.; FERREIRA, C.F. (Orgs.). *Narrativas docentes: trajetórias de trabalho pedagógicos*. Campinas: Mercado de Letras, 2007.

BRASIL. Resolução número 3 da Câmara de Educação Básica, de 26 de junho de 1998, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União de 05 ago. 1998, Seção I, p. 21. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf>. Acesso em 23 out. 2008.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio*. Secretaria da Educação e Tecnologia. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

_____. *PCN+ – Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica - MEC, SEMTEC, 2002.

_____. *Coleção Explorando o Ensino: Geografia: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEB; vol. 8, parte 2, 2005a.

_____. *Coleção Explorando o Ensino: Geografia: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEB; vol. 8, parte 3, 2005b.

- _____. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Linguagem, Código e suas Tecnologias, Conhecimentos de Literatura*. Brasília: MEC/SEB, vol. 1, 2006a.
- _____. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, vol. 2, 2006b.
- _____. *Coleção Explorando o Ensino: Química: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEB; vol. 5, 2006c.
- CASTRO, A.A.; CARROZO, S. Auto-suficiência em xeque. *Anais... 58ª SBPC*, 19 jul. 2006. Disponível em <<http://www.secom.unb.br/especiais/58sbpc-23.htm>>. Acesso em 10 abr. 2008.
- FARIA C.M.B.; COSTA, N.D.; PINTO, J.M.; BRITO, L.T.L.; SOARES, J.M. Níveis de nitrogênio por fertirrigação e densidade de plantio na cultura do melão em um vertissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 3, p. 491-495, 2000.
- FASSOULOPOULOS, G.; KARIOTOGLU, P.; KOUMARAS, P. Consistent and inconsistent pupils' reasoning about intensive quantities: the case of density and pressure. *Research in Science Education*, v. 33, p. 71-87, 2003.
- FELTRE, R. *Química Geral*, v. 1. São Paulo: Moderna, 2004.
- GALLO NETO, C. *Química – da teoria à teatralidade*; v. 2. São Paulo: Scipione, 1996.
- GASQUEZ, W. *Campo Tupi: à espera de tecnologia*; Agência Anhanguera, 18 Nov. 2007. Disponível em <http://www.puccamp.br/servicos/detalhe_print.asp?id=31874>. Acesso em 30 set. 2008.
- HAWKES, S.J. The concept of density. *Journal of Chemical Education*, v. 81, n. 1, p. 14-15, 2004.
- ISA – INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA. *Aulas de Estatística*. Depto. de Matemática, Lição 13 e Lição 14, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2006. Disponível em <<http://www.isa.utl.pt/dm/estat/06-07/sumarios/Sumarios%20Manela.html>>. Acesso em 22 abr. 2008.
- KEITER, R.L.; PUZEY, W.L. Density visualization. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 11, p. 1629-1632, 2006.
- LEMBO, A. *Química – realidade e contexto*, v. 1. São Paulo: Ática, 2000.
- MALHOTRA, N.K. *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. *Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2000.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- OLIVEIRA, R.J. Reflexões sobre a técnica, a ética e a educação no mundo de hoje. In: Chassot, A.I.; Oliveira, R.J. (Orgs.). *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Unisinos, 2001.
- PARANÁ. *Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio em Revisão*. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação Curitiba: SEED/DESG, 2007.
- PLATO - PÁGINAS DAS DISCIPLINAS. *Física III para Engenharia - FEP2295*, Aula 3- Cálculo do campo eletrostático usando o princípio de superposição, Aula 12 - Cargas em movimento: a corrente elétrica e a densidade de corrente. Disponível em <<http://plato.if.usp.br/2-2003/fge2295d/esquemadasaulas.htm>>. Acesso em 22 abr. 2008.
- PERUZZO, T.M.; CANTO, E.L. Química na abordagem do cotidiano, v. 1. São Paulo: Moderna, 1995.
- PETERSON-CHIN, L. Looking at density from different perspectives. *Science Scope*, v. 27, n. 4, p. 16-20, 2004.
- RAMBO, A.G.; RÜCKERT, A.A. A contribuição da inovação territorial coletiva no processo de desenvolvimento territorial local/regional. In: I Seminário Nacional sobre Múltiplas Territorialidades, 2004, Canoas. *Anais do I Seminário Nacional sobre Múltiplas Territorialidades*, 2004.
- REIS, M. *De olho no vestibular – Química Geral*. São Paulo: FTD, 1996.
- ROSSI, A.V.; MASSAROTTO, A.M.; ROBLES, M.B.; PECHI, N.M.V.; ZANINI, S.M.C.; RAMOS, S.R.; TERRA, J. Formação continuada espontânea vivenciada entre professores do Ensino Médio de escolas públicas e particulares e da universidade. 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. *Livro de Resumos*, ED048. Águas de Lindóia, 2006.
- ROSSI, A.V.; MASSAROTTO, A.M.; GARCIA, F.B.T.; ANSELMO, G.T.; CURRALERO, I.C.B.; ZANINI, S.M.C.; TERRA, J. Reflexões sobre o conceito de densidade a partir de impressões dos estudantes vivenciadas por um grupo diversificado de professores. 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. *Livro de Resumos*, ED116. Águas de Lindóia, 2007.
- SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (Coords.). *Química e sociedade: volume único, Ensino Médio*. São Paulo: Nova Geração, 2005.
- SARDELLA, A. *Curso de Química - Química Geral*, v. 1. São Paulo: Ática, 1998.
- SIMONI, J.A.; TUBINO, M. Experimentos sobre raio atômico e qualidade de detergentes. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 41-43, 1999.
- SMITH, C.; MACLIN, D.; GROSSLIGHT, L.; DAVIS, H., Teaching for understanding: a study of students preinstruction theories of matter and a comparison of the effectiveness of two approaches to teaching about matter and density. *Cognition and Instruction*, v. 15, n. 3, p. 317-393, 1997.
- SMITH, C.; SNIR, J.; GROSSLIGHT, L. Using conceptual models to facilitate the case of weight-density differentiation. *Cognition and Instruction*, v. 9, n. 3, p. 221-283, 1992.
- SNIR, J.; SMITH, C.; GROSSLIGHT, L. Conceptually enhanced simulations: a computer tool for science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, v. 2, n. 2, 1993.
- TRUJILLO, V. *Pesquisa de mercado: qualitativa x quantitativa*. São Paulo: Scortecci, 1998.
- TOMA, H.E. Ligação química: abordagem clássica ou quântica? *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 8-12, Novembro, 1997.
- TUBINO, M.; SIMONI, J. A. Determinação experimental dos raios cristalográficos dos íons sódio e cloreto, *Química Nova*, n. 7, v. 30, p. 1763-1767, 2007.

Para saber mais

- BAZÍLIO, H.O.; NAVES, A.T.; SOARES, M.H.F.B. Como os alunos entendem o conceito de densidade. Parte II, 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. *Livro de Resumos*, ED093. Poços de Caldas, 2006.
- KANG, S.; SCHARMAN, L.C.; NOH, T.; Reexamining the role of cognitive conflict in science concept learning. *Research in Science Education*, v. 34, p. 71-96, 2004.
- KRAPAS, S.; URE, M.C.D.; OLIVEIRA, L.R. Raciocínio hipotético-dedutivo relativo à flutuação. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n.1, p. 1-18, 2002.
- SACCOCIO, L.A.; CARROL, M.K. Density determination by water displacement and flotation: an introductory experiment in forensic chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 8, p. 1187-1189, 2006.

Abstract: Reflections on what is taught and what is learned about density at school. The concept of density is simple formally, but represents difficulty of teaching and learning when related skills are considered, not always consolidated in the various levels of schooling. Several instruments of monitoring were used and showed the frustrating lack of the meaningful learning of the concept. In this work, a group of Chemistry teachers shared experiences to systematize data on conceptions of students, including a survey with 440 students from high school and university, in order to obtain subsidies to rethink their teaching practices. It was confirmed the direct association of density with its mathematical expression, that, on the similarity of the involved words, creates an undue parallel with concentration. The results also detected the difficulty in understanding the nature of density as an intensive proper and the lack of consideration of the molecular interactions and the polarity to explain immiscibility of some substances.

Keywords: density, conceptions of students, teachers' reflections.