

$$\frac{V_b}{V_a} = \frac{C_a}{C_b}$$

Explorando as Bases Matemáticas da Volumetria:

UMA PROPOSTA DIDÁTICA

Elcio Oliveira da Silva

Um dos desafios sistematicamente postos aos professores e às escolas é o de superar a excessiva fragmentação do conhecimento nos processos do ensino-aprendizagem e da formação escolar. Isso supõe superar a visão dominante de currículo, marcadamente pautada na especialização e no distanciamento dos campos disciplinares entre si. O presente artigo trata de uma possibilidade de articulação entre duas disciplinas - a matemática e a química - na abordagem de um tema integrante do currículo do ensino médio: a volumetria de neutralização, ou a titulação ácido-básica.

► volumetria, interdisciplinaridade, função matemática ◀

Recebido em 19/10/99, aceito em 25/9/00

As discussões correntes acerca da integração do conhecimento nos currículos escolares, à parte sua relevante contribuição para o avanço da teoria pedagógica, pouco têm contribuído para a formulação de propostas concretas, ao nível da ação didática propriamente dita, principalmente no que se refere à reelaboração dos conteúdos abordados nas salas de aula. Entretanto, em meio ao dinamismo da interação conteúdo/forma, inerente à relação professor/aluno/conhecimento, novas configurações didáticas do saber emergem sem que, na maioria das vezes, sejam sistematizadas como formas alternativas de didatizar¹ o conhecimento, de maneira não-fragmentária, ou menos fragmentária do que comumente se verifica.

Neste trabalho, um conteúdo programático de química, integrante do currículo formal do ensino médio (*reação de neutralização*) é tomado como exemplo para ilustrar essa possibilidade metodológica (um enfoque menos fragmentário, mais interdisciplinar),

tendo-se como mediador da integração as noções matemáticas de *proporcionalidade* e *função*. São analisadas as implicações metodológicas do enfoque proposto, bem como sua relação com uma visão hegemônica de currículo pautada pela ênfase na especialização e no isolamento das disciplinas.

Integração do conhecimento como objetivo pedagógico

A relação professor/aluno/conhecimento é uma relação complexa, pois professor e aluno são sujeitos contextualizados, que irão atuar sobre a informação veiculada na relação, reelaborando-a. O que denominamos “conhecimento escolar” emerge do dinamismo gerado a partir da interação desses três elementos, embora uma visão reducionista dessa tríplice relação tenda a considerar conhecimento escolar como algo equivalente à “matéria de ensino”, aquele conteúdo que o professor, geralmente, “transmite” (?...) ao aluno (Silva, 1997).

Esta perspectiva reducionista encontra-se tão arraigada, principalmente na “epistemologia” e no comportamento docente que o próprio planeja-

mento didático pode ser distorcido, o que ocorre, por exemplo, quando o professor elabora objetivos de ensino a partir de conteúdos pré-determinados, selecionados de modo alheio às suas intenções pedagógicas. Constitui fato pouco comum que objetivos pedagógicos, estabelecidos em bases sólidas, sirvam de referencial *primeiro* à seleção de conteúdos, o que corresponderia à lógica adequada a qualquer planejamento.

Em meio a um contexto no qual o conhecimento encontra-se fragmentado nas diversas disciplinas, e no qual a inversão lógica do planejamento (anteriormente citada) só vem reforçar tal fragmentação, o objetivo de possibilitar ao aluno uma visão que integre campos diferentes do conhecimento, no próprio interior de cada disciplina, constitui uma alternativa, senão pouco valorizada, pelo menos pouco praticada nas escolas.

Isto parece contradizer a tendência de uma época na qual cada vez mais se valoriza todo esforço desenvolvido na direção de perspectivas mais abrangentes e integradoras da experiência e do conhecimento, as quais possam dar conta de uma realidade cada vez mais complexa e dinâmica.

O reconhecimento dessa necessidade contemporânea permite afirmar

O objetivo de possibilitar ao aluno uma visão que integre campos diferentes do conhecimento, no próprio interior de cada disciplina, constitui uma alternativa, senão pouco valorizada, pelo menos pouco praticada nas escolas

que a integração do conhecimento, ou a aquisição de uma visão deste conhecimento que seja, pelo menos, não tão fragmentária quanto a atual, representa um objetivo válido de ensino, que deve ser perseguido por professores e alunos.

Na relação didática, o conhecimento se configura, como já foi dito, a partir do dualismo conteúdo/forma. Normalmente, entende-se por “conteúdo” o que se pretende que o aluno aprenda, e por “forma”, o tratamento didático dado a tal conteúdo, de maneira a torná-lo “assimilável” pelo aluno.

Ainda que a forma, para muitos pedagogos e professores, seja vista como um mero “adereço” que se acrescenta ao conteúdo, como apenas *técnica*, sua importância não deve ser menosprezada, pois, como já foi referido, quem dá forma ao conteúdo são os sujeitos da relação (o professor e o aluno), sujeitos que “falam” a partir de seus contextos, agem sobre o conteúdo, reelaborando-o como uma *experiência didática*, uma experiência de aprendizagem. E cada experiência veicula uma mensagem. Tal mensagem é que constitui, verdadeiramente, o *conteúdo* do ensino.

É a configuração assumida pela experiência didática que irá determinar, por exemplo, se aquela experiência veicula uma mensagem correspondente a uma perspectiva fragmentária ou integradora do conhecimento. Se o professor considera válido o objetivo de integrar conhecimento, conforme havia me referido anteriormente, ele pode planejar sua ação didática de maneira a selecionar conteúdos e experiências que permitam ao aluno vislumbrar as relações interdisciplinares, ou seja, relações entre campos diversos do conhecimento. Essas experiências constituiriam “configurações epistêmico-didáticas” integradoras – tomando de empréstimo a terminologia empregada por Forquin (1993) – ou, pelo menos, potencialmente integradoras do conhecimento.

Algumas noções ou conceitos, veiculados nas disciplinas curriculares, prestam-se especialmente a esse objetivo. As noções de *proporcionalidade* e *função matemática* constituem bons exemplos, pois servem como modela-

dores de muitos dos fenômenos com os quais lidamos no cotidiano, incluindo-se os fenômenos químicos. Entretanto, em parte devido ao isolamento em que se encontram as disciplinas escolares, a integração de tais conceitos às disciplinas diferentes da matemática deixa de se concretizar, sob a forma de construções didáticas potencialmente integradoras.

A volumetria vista como uma função matemática

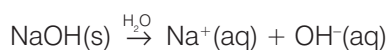
Descriverei aqui como as noções matemáticas citadas podem ser associadas a certos temas abordados na disciplina de química e, ao mesmo tempo, procurarei mostrar de que forma a integração desses conteúdos pode permitir uma configuração didática mais interdisciplinar. Os temas em questão são a *reação de neutralização* entre um ácido e uma base e a aplicação deste conhecimento à análise quantitativa de soluções (particularmente a *volumetria*), conteúdos tradicionais da disciplina de química, no ensino médio.

De forma bem sucinta, podemos considerar ácidos e bases como substâncias que têm um comportamento característico quando dissolvidos em água (solução aquosa)². O ácido, nesta condição, reage com a água, produzindo íons hidrônio (H_3O^+), enquanto a base se dissocia, liberando íons hidróxido (OH^-). Esses íons (H_3O^+ e OH^-) combinam-se quimicamente para formar água, o que significa que a presença de um ácido e uma base juntos, em solução aquosa, resulta em uma neutralização recíproca, a qual produz água (H_2O) (Brady e Humiston, 1986). Esquemáticamente, teríamos:

a) ácido em solução aquosa (exemplo: ácido clorídrico, HCl):



b) base em solução aquosa (exemplo: hidróxido de sódio, NaOH):



c) ácido e base juntos, em solução aquosa (neutralização/combinção dos respectivos íons com formação de água):



Se temos uma solução aquosa de ácido (solução ácida) e queremos neutralizá-la com uma solução aquosa de base (solução básica ou alcalina), estarão em jogo as seguintes variáveis:

a) os *volumes de ambas as soluções*, pois quanto mais solução ácida (volume de solução, V_A) houver para ser neutralizada, mais solução básica (V_B) será necessária para a neutralização;

b) as *concentrações das soluções utilizadas*, pois quanto maior for a concentração da solução ácida (C_A) em relação à concentração da solução básica (C_B), maior volume desta última (V_B) será gasto na neutralização. O inverso também é verdadeiro: quanto maior for C_B em relação a C_A , menor V_B será gasto.

Resumindo, V_B varia de forma diretamente proporcional a V_A e também a C_A , porém de forma inversamente proporcional a C_B . Esta relação de proporcionalidade entre as quatro variáveis envolvidas pode ser resumida na seguinte equação:

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{C_A}{C_B}$$

Por outro lado, podemos verificar que ao estabelecermos, de forma particularizada, as relações entre volumes e entre concentrações, a mesma equação de proporcionalidade pode ser expressa sob duas formas diferentes, em um e noutro caso:

1) Para a volumetria por neutralização de um ácido por uma base (acidimetria):

$$V_B = \frac{C_A}{C_B} V_A \quad (1)$$

ou

$$V_A = \frac{C_B}{C_A} V_B \quad (2)$$

2) Para a volumetria por neutrali-

zação de uma base por um ácido (alcalimetria):

$$V_A = \frac{C_B}{C_A} V_B \quad (3)$$

ou

$$C_B = \frac{V_A}{V_B} C_A \quad (4)$$

Pode-se notar que a relação entre os volumes de solução (V_B e V_A) é mediada pela razão C_A/C_B (Equação 1). Por outro lado, a relação entre as concentrações (C_A e C_B) é mediada pela razão V_B/V_A (Equação 2). O mesmo vale para a alcalimetria (Equações 3 e 4).

Em termos da prática de laboratório, podemos afirmar que ambas as razões (C_A/C_B e V_B/V_A) são *constantes*, pois sempre se toma um volume pré-determinado “x”

de solução ácida para ser neutralizada, o qual irá implicar no gasto de um volume “y” de solução básica, e não outro. De maneira correspondente, isto ocorre porque as concentrações de ambas as soluções também já estão fixadas, no momento em que se procede à neutralização. Dito de outra forma, não importa quais sejam os volumes das soluções ácida e básica que estejam reagindo entre si: o quociente entre ambos os valores será sempre o mesmo, expresso matematicamente por um valor constante.

Sendo assim, o fundamento matemático do processo é uma função matemática de primeiro grau, expressa pela fórmula geral $y = a \cdot x$, onde a representa a razão constante entre os volumes ou entre as concentrações das soluções empregadas (V_B/V_A ou C_A/C_B), o que pode ser resumido no seguinte esquema:

$$y = a \cdot x \rightarrow V_B = \frac{C_A}{C_B} V_A$$

Se, por exemplo, trabalharmos com $C_A/C_B = 2$, teremos $V_B = 2 V_A$. Ou seja, se o que se quer é neutralizar uma solução ácida cuja concentração é o dobro da concentração da solução bá-

sica empregada na neutralização, o volume de solução básica utilizado será o dobro do volume de solução ácida tomado como amostra³.

Em condições experimentais (como em aulas “práticas” de química, por exemplo), este princípio é utilizado para se descobrir a concentração de uma solução ácida ou alcalina qualquer (a qual denominarei “*solução-problema*”), promovendo sua neutralização com uma solução (ácida ou alcalina, conforme o caso) cuja concentração é conhecida. Esta última solução é denominada *solução-padrão*. Ela é preparada no laboratório, a partir da base ou do ácido puros (concentrados), em uma concentração adequada ao que se pretenda. O processo da determinação da concentração desconhecida desenvolvido desta forma é comu-

mente denominado *titulação*.

Por exemplo, se, ao titularmos 10 mL (0,010 L) de uma solução ácida (cuja concentração desconhecemos), gastarmos 20 mL (0,020 L) de uma solução-padrão de base com concentração (C_B) igual a 0,10 mol/L, teremos a seguinte situação⁴:

$$C_A = \frac{V_B}{V_A} C_B \rightarrow C_A = \frac{0,020 \text{ L}}{0,010 \text{ L}} \frac{0,10 \text{ mol}}{\text{L}}$$

$$\rightarrow C_A = 2,0 \frac{0,10 \text{ mol}}{\text{L}} = 0,20 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Chegamos, assim, à concentração da solução ácida.

Implicações didáticas

É interessante observar que, embora haja um fundamento matemático implícito na técnica da titulação, o professor de química normalmente não explicita este princípio para seus alunos. É até mesmo provável que muitos professores dessa disciplina sequer se dêem conta da relação que existe entre titulação e função matemática. Quando abordada em química, a equação da titulação é expressa de maneira a evidenciar a capacidade de neutralização recíproca entre ácido e base, a qual se dá em uma relação correspon-

dente a um mol de H_3O^+ para cada mol de OH^- .

A equação que traduz a neutralização entre H_3O^+ e OH^- é a mesma descrita para a função matemática, evidenciada anteriormente. Porém, neste caso, ela é expressa de forma a evidenciar a *relação entre quantidades de matéria*, e não a função matemática (o que seria natural esperarmos, se levamos em conta os objetivos tradicionalmente propostos para o ensino de química). A equação, então, é apresentada sob a forma $V_B \cdot C_B = V_A \cdot C_A$, sendo o produto entre volume e concentração, “ $V \cdot C$ ”, correspondente às quantidades de matéria de H_3O^+ , ou de OH^- , em jogo na neutralização.

Resumidamente, o que temos aqui é o seguinte:

$$V_B C_B = V_A C_A$$

\downarrow
 quantidade de
matéria de OH^-

\downarrow
 quantidade de
matéria de H_3O^+

Atente o leitor para o fato de que a técnica da titulação unifica, em uma mesma configuração, noções químicas e matemáticas. Assim como afirmamos que a neutralização entre partículas oriundas de ácidos e bases se dá a partir da combinação entre iguais quantidades de matéria de ambas - o que ilustra o princípio da conservação das entidades químicas, átomos e íons, nas transformações químicas e nos permite quantificar concentrações de partículas nas soluções, a partir das quantidades de reagentes utilizados (*base química da titulação*) - é igualmente correto afirmar que, na titulação, a concentração (de íons H_3O^+ ou OH^-) da solução-problema é uma variável dependente (y) da concentração da solução-padrão (x), sendo a relação entre ambas mediada pela razão constante entre os volumes das soluções empregadas - V_B/V_A - (*base matemática da titulação*).

Entretanto, dada a fragmentação atual em que se encontra o conhecimento, no qual noções correlatas se encontram isoladas em diferentes especialidades, o que se percebe acontecer é que, enquanto o professor de química, ao tratar titulação, utiliza apenas noções restritas a este

campo do conhecimento, o professor de matemática, normalmente, desconhece o fato de que a titulação pode representar um interessante exemplo de matemática aplicada à química.

Do ponto de vista da aprendizagem, a questão que se coloca é a seguinte: se a titulação tem um fundamento matemático, para compreendê-la integralmente não seria relevante analisar este fundamento, independentemente do fato de que isto seja feito pelo professor de química ou pelo professor de matemática? Em um caso ou no outro, creio que o aluno poderia ser beneficiado, incorporando uma perspectiva mais abrangente e integrada de um fenômeno abordado, freqüentemente, de forma um tanto parcial e fragmentária.

Sugestões para didatização

Em termos de planejamento didático, supõe-se que o ideal seja a incorporação do princípio matemático de forma que o aluno tenha a oportunidade de fazê-lo através de uma generalização por ele mesmo construída.

Sendo assim, uma alternativa (para aulas de química ou de matemática⁵) seria o preparo da solução-problema utilizando-se volumes diferentes da mesma solução para diferentes grupos de alunos. Como as concentrações da solução-problema e da solução-padrão já estariam definidas e, como vimos, sua relação (C_A/C_B) é constante, os alunos chegariam, aproximadamente, ao mesmo resultado para o volume de solução-padrão gasto na titulação, caso utilizassem o mesmo volume de solução-problema. Ou seja, a razão entre os volumes de solução-problema e solução-padrão seria constante⁶. Por exemplo, se $C_A = 3 C_B$, todos os grupos chegariam a $V_B = 3 V_A$ (como já foi visto, graças à constância das concentrações, teríamos deduzido, até aqui, a constância da razão entre os volumes).

Uma vez que $V_B = 3 V_A$, pode-se supor que seja relativamente fácil para o aluno compreender que isto significa que $C_A = 3 C_B$ (uma função linear!) e que, sendo assim, se soubéssemos o valor de C_B (nosso x), chegaríamos à concentração desconhecida da solução-problema (C_A , nosso y). A esta altu-

ra, o professor pode revelar à turma o valor de C_B , e explicar-lhes como se procede para o preparo da solução-padrão (com C_B pré-estabelecido). Ele, na verdade, lhes estaria explicando a resolução da função linear $C_A = 3 C_B$ ($y = 3x$).

Talvez os alunos achem interessante terem auxiliado, não somente a resolver a equação, mas também participar de sua construção, calculando a constante $a = 3$. Outro aspecto que talvez lhes chame a atenção seja a resolução matemática de um problema químico (ou seria este um problema matemático?...). De qualquer forma, a configuração didática proposta traz em si o pressuposto de que o caráter de “novidade” nela envolvido – oportunizado por uma certa “mistura” de química com matemática – é algo merecedor do *status* de um objetivo pedagógico válido. A idéia é a de que configurações didáticas integradoras, no mínimo, potencializam a integração do conhecimento pelo aluno.

Pôde-se constatar, através de pesquisa realizada com professores da área de ciências do ensino médio (Silva, 1996 e 1999) e através da própria experiência como professor, que tanto alunos quanto docentes tendem a demarcar - de forma bastante precisa, rígida e muitas vezes implícita, subliminar – as fronteiras entre disciplinas, a despeito do fato de as relações interdisciplinares muitas vezes se mostrarem evidentes no diálogo pedagógico. Os sujeitos da relação didática afirmam, dessa maneira, a fragmentação oriunda do contexto científico como uma realidade curricular.

Este processo de reprodução da fragmentação epistemológica contemporânea, nos currículos escolares, traz prejuízo à aprendizagem, tendo como conseqüência uma apreensão igualmente fragmentária da realidade, tanto pelo professor quanto pelo aluno. Daí a importância de um questionamento consciente das fronteiras interdisciplinares, como instru-

mento de resistência, em um contexto no qual a tendência é que se acentue o isolamento entre as áreas do conhecimento.

Notas

1. O termo “didatizar” é empregado aqui em um sentido especial, inspirado pelas recentes reformulações epistêmico-conceituais pelas quais vem passando o campo da Didática (as quais se encontram bem representadas em Freitas (1987 e 1995), Lenoir (1996) e Oliveira (1992). “Didatizar” envolveria um modo particular de estruturação do conhecimento no campo pedagógico, neste caso o currículo escolar em ação. A configuração desse conhecimento se dá pela interação entre os elementos condicionantes da especificidade disciplinar e o conhecimento pedagógico que fundamenta qualquer ação didática, em uma perspectiva que difere radicalmente da concepção tradicional que identifica didática com “técnica de ensino”.

2. Para efeito de simplificação e considerando a situação particular de *soluções aquosas ácidas e alcalinas* - objeto deste artigo – estarei empregando a conceituação de Arrhenius (conforme Brady e Humiston, 1986) para ácidos e bases, exclusivamente. Com o mesmo objetivo, a noção de *neutralização parcial* não estará sendo empregada, por ser considerada irrelevante nesta análise.

3. Levando-se em conta que as “unidades” que se neutralizam são as partículas (íons) OH^- e H_3O^+ , C_A deve ser compreendido, mais adequadamente, como “concentração de íons H_3O^+ ” e C_B como “concentração de íons OH^- ”.

C_A somente será idêntica à concentração do ácido em solução quando este for um ácido monohidrogenado (como o HCl, por exemplo). O mesmo vale para C_B , que será idêntica à concentração da base em solução apenas

A configuração didática proposta traz em si o pressuposto de que o caráter de “novidade” nela envolvido – oportunizado por uma certa “mistura” de química com matemática – é algo merecedor do *status* pedagógico válido. A idéia é a de que configurações didáticas integradoras, no mínimo, potencializam a integração do conhecimento pelo aluno

quando se tratar de uma monobase (como o NaOH, por exemplo). Nas demais situações, se o que se deseja é chegar à concentração do ácido ou da base, será necessária a retificação do cálculo, de acordo com o número de H_3O^+ ou OH^- ionizáveis por molécula de cada substância.

4. Vale aqui o que já foi referido na nota 3.

5. São várias as opções: a) o professor de matemática poderia abordar o tema, contando com a assessoria do professor de química para o preparo das soluções; b) de forma semelhante – ainda que seja a ocorrência menos provável, dada a base matemática que normalmente integra a formação em química –, o professor de química poderia buscar auxílio junto ao professor de matemática para esclarecer-se quanto à fundamentação matemática da titulação; c) uma aula “mista”, contando com a participação de ambos os professores, seria outra alternativa particularmente recomendável. Outro aspecto que deve ser levado em conta refere-se ao que se convencionou chamar “pré-requisitos” de aprendizagem: o aluno pode desconhecer, ou

não deter o domínio adequado sobre as noções de *proporcionalidade* e *função*. Quanto a isto, é difícil prescrever uma orientação mais adequada a cada situação. Talvez o professor de química possa “esperar” para tratar o tema *volumetria* a uma certa altura do desenvolvimento curricular em que o aluno tenha tido a oportunidade de aprender *funções*, na disciplina de matemática. Ou, preferindo uma inversão dessa “lógica” pedagógica tradicional, resolva problematizar com seus alunos o que define uma função matemática, utilizando para este fim a técnica da química volumétrica. O mesmo valeria para o professor de matemática, que poderia “provocar” o professor de química a uma “antecipação” do conteúdo *volumetria*, como forma de aplicação matemática dos conceitos de proporcionalidade e função. Em qualquer caso, a integração das abordagens implicaria em uma revisão, potencialmente proveitosa, das “ordens” tradicionalmente impostas aos currículos de ciências e, quem sabe, poderia abrir caminho para o exercício de uma maior “mobilidade” no intercâmbio entre as disciplinas.

6. É importante ressaltar que os resultados experimentais obtidos pelos alunos irão representar uma aproximação – normalmente grosseira – da equação matemática da titulação. Como, a esta altura, a maioria deles não detém a habilidade necessária para uma execução “precisa” da técnica – ressaltado o grau de precisão relativa, intrínseco à própria técnica –, quanto mais repetições eles puderem realizar, mais os resultados tenderão a se aproximar do ideal. O professor pode enfatizar este aspecto, estimulando os grupos de alunos a realizarem três ou mais repetições, a fim de obter um volume gasto médio para mesmos valores de solução-padrão. Ressalvada a relevância educativa de se preservar o rigor matemático, a ênfase aqui é colocada no processo de construção da equação matemática que serve de fundamento à técnica executada pelos alunos.

Elcio Oliveira da Silva (elcio@netcon.com.br), licenciado em ciências (habilitação em biologia pela UFRRJ), mestre em educação pela UFSC, é professor (disciplinas de biologia e química) na Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, em Concórdia – SC.

Referências bibliográficas

BONJORNO, J.R.; GIOVANNI, J.R. e GIOVANNI JR., J.R. *Matemática fundamental – 2ª Grau: volume único*. São Paulo: FTD, 1994.

BRADY, J.E. e HUMISTON, G.E. *Química geral*. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986. v. 2.

CANDAU, V.M. A didática e a relação forma/conteúdo. IN: CANDAU, V.M. (org.). *Rumo a uma nova didática*. Petrópolis: Vozes, 1989. p. 26-32.

FORQUIN, J.-C. *Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FREITAS, L.C. de. Projeto histórico, ciência pedagógica e “didática”. *Educação e Sociedade*, v. 9, n. 27, p. 122-140, set. 1987.

FREITAS, L.C. de. *Crítica da organiza-*

ção do trabalho pedagógico e da didática. Campinas: Papyrus, 1995.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. *VIII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. mimeo.

OLIVEIRA, M.R. de. *A reconstrução da didática: elementos teórico-metodológicos*. São Paulo: Papyrus, 1992.

SILVA, E.O. da. “Conteúdo” ou “experiência de ensino”? – uma reflexão fundamental para a apreensão do ato educativo. *Anais do X Encontro de Professores de Escolas Agrícolas e Agrotécnicas Federais da Região Sul*. Santa Maria: UFSM/Colégio Agrícola de Santa Maria, 1997, p. 40-43.

SILVA, E.O. da. Fragmentação e interdisciplinaridade no ensino: estabelecendo distinções, delimitando conceitos. *Educação & Realidade*, v. 22, n. 1, p. 113-126, 1996.

SILVA, E.O. da. Restrição e extensão do conhecimento nas disciplinas científicas do ensino médio: nuances de uma “epistemologia de fronteiras”. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 1, 1999 (http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol4/n1/v4_n1_a2.htm).

Para saber mais

MACHADO, N.J. *Matemática e educação: alegorias, tecnologias e temas afins*. São Paulo: Cortez, 1992.

ZABALA, A. (org). *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

WEISSMANN, H. O que ensinam os professores quando ensinam ciências naturais e o que dizem querer ensinar. IN: WEISSMANN, H. (org). *Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 31-55.

Abstract: Exploring the Mathematical Basis of Volumetry: A Didactic Proposal – The overcoming of the fragmentation of knowledge in the learning-teaching and educational processes is one of the challenges systematically put to teachers and schools. This assumes the overcoming of the dominant view of curriculum, markedly centered on specialization and on the parting of subject fields. This paper deals with a possibility of articulation between two subjects – chemistry and mathematics – in the context of a theme that is part of high-school teaching: volumetry of neutralization, or acid-base titration.

Keywords: volumetry, interdisciplinarity, mathematical function