



Uma Experiência Didática sobre Viscosidade e Densidade

Ednilson Luiz Silva Vaz, Heloisa Andréa Acciari, Alice Assis e Eduardo Norberto Codaro

Neste trabalho, é proposta uma experiência didática com o objetivo de avaliar e diferenciar, de forma simples e clara, duas propriedades intrínsecas da matéria que formam parte do vocabulário cotidiano, a viscosidade e a densidade. Para tanto, foram escolhidos três líquidos de uso doméstico, a saber: solução de sacarose, detergente biodegradável e óleo vegetal de soja. A análise dos resultados coloca em evidência a falta de uma relação de proporcionalidade entre essas propriedades.

► ensino de química, viscosidade, densidade ◀

Recebido em 14/12/2010, aceito em 06/06/2012

O estado líquido pode ser definido como um estado intermediário entre o gasoso e o sólido. No primeiro, as partículas (átomos, íons ou moléculas) se encontram afastadas e desordenadas, enquanto que no último, estão próximas, formando parte de uma estrutura ordenada. Se as partículas estarão ou não regularmente arranjadas, isso dependerá de um balanço entre as forças de coesão, de repulsão e a desordem resultante de seus movimentos térmicos a uma dada temperatura. À medida que as forças de coesão tornam-se preponderantes, a distância entre as partículas diminui e o material pode se apresentar ou como líquido ou como sólido. Quanto maior essa força, maior a dificuldade de movimento das partículas e maior a sua concentração por unidade de volume. A resistência ao deslocamento relativo de partículas está relacionada com uma propriedade intensiva da matéria denominada viscosidade (Brown, 2005), enquanto que a razão entre as massas dessas partículas e os volumes que ocupam define outra propriedade intensiva denominada

A resistência ao deslocamento relativo de partículas está relacionada com uma propriedade intensiva da matéria denominada viscosidade (Brown, 2005), enquanto que a razão entre as massas dessas partículas e os volumes que ocupam define outra propriedade intensiva denominada densidade (Rossi et al., 2008).

densidade (Rossi et al., 2008). Nesse contexto, os fluidos (líquidos e gases) mais viscosos também seriam os mais densos, como se houvesse uma relação de proporcionalidade entre essas duas propriedades. Na prática, fluidos com viscosidades diferentes podem apresentar densidades tanto similares quanto diferentes. Esse fato ocorre porque essas propriedades não dependem unicamente das forças entre as partículas, senão de uma combinação de fatores, entre os quais, o tamanho, a forma e a massa destas. Em geral, quanto menor o tamanho e maior a simetria da partícula, mais fácil será encaixá-la em uma estrutura ordenada ou acomodá-la em um arranjo regular, mas a distância média e a dificuldade de movimento entre elas dependerão da natureza e intensidade das forças atuantes (O'Connor, 1977).

A falta de entendimento dos fenômenos físico-químicos que determinam essas propriedades intrínsecas da matéria remete à necessidade de transmitir esses conceitos de forma mais didática que viabilize o processo de ensino e aprendizagem. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2002), o ensino de química deve levar o aluno a analisar dados, argumentar, refletir e tirar conclusões, a fim de que se desenvolvam competências e habilidades que promovam a interpretação

A seção "Experimentação no ensino de Química" descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola.

crítica de problemas reais, objetivos esses que podem ser alcançados mediante a experimentação e o trabalho em grupo (Vygotsky, 2001). Portanto, o propósito do presente trabalho é avaliar e diferenciar, de uma maneira simples e clara, densidade e viscosidade por meio de uma atividade experimental a ser utilizada em aulas de química.

Materiais e reagentes

Os materiais e reagentes necessários para que cada grupo realize a experiência são: 3 provetas de 1000 mL (ou maiores) da mesma marca; 1 esfera de aço de aproximadamente 4 mm de diâmetro; 1 pinça metálica com protetor de plástico na ponta ou pinça de plástico; 1 ímã permanente; 3 béqueres de 15 mL da mesma marca para cada grupo; 1 balança de dois pratos; - 1 pisseta com álcool; papel toalha; solução de sacarose 800 g/L; detergente biodegradável de uso doméstico; e óleo vegetal de soja.

Metodologia

Para avaliar as viscosidades, deve ser utilizado um dispositivo baseado no viscosímetro de esfera cadente ou método de Stokes, em que uma pequena esfera atravessa a mesma profundidade de líquidos diferentes em tempos diferentes. Assim, um tempo maior é atribuído a um líquido mais viscoso (O'Connor, 1977). Para avaliar as densidades, devem ser comparadas as massas de volumes iguais de líquidos diferentes. Assim, uma massa maior é atribuída a um líquido mais denso (Santos et al., 2008). Na realização dessas atividades, sugere-se um roteiro, não para guiar de forma fechada a atividade dos grupos de alunos, mas para orientar o procedimento para a elaboração dessa atividade.

Medidas relacionadas à viscosidade

Posicionar as três provetas, uma ao lado da outra; verificar se as marcas de 1000 mL nelas estão à mesma altura; caso contrário, introduzir uma régua e marcar um novo nível de referência. Encher lentamente as provetas com os líquidos propostos de maneira a evitar a formação de bolhas ou de espuma (Figura 1). Começar as medidas com a solução de sacarose, seguir com o detergente e, por

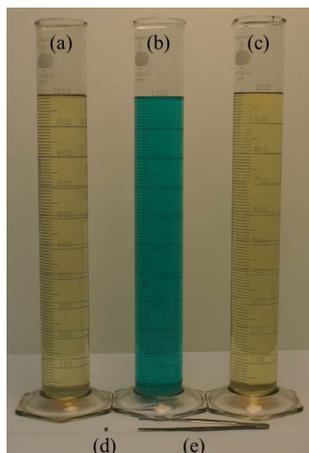


Figura 1: Provetas contendo solução de sacarose (a), detergente (b) e óleo vegetal de soja (c); esfera de aço (d) e pinça metálica (e).

último, com o óleo, para facilitar a limpeza da esfera de aço quando se troca de líquido. Segurar a esfera de aço com uma pinça e posicioná-la no centro da proveta justamente acima do nível da solução. Com a outra mão, segurar um cronômetro e medir o tempo que demora a esfera para chegar ao fundo da proveta. Para retirá-la, encostar um ímã na parede da proveta e subi-lo lentamente até fora da superfície da solução. Repetir o procedimento dez vezes e calcular o valor médio da medida de tempo. Lavar a esfera com água e álcool e secá-la com papel antes de passar para o detergente, repetir o mesmo procedimento ao passar deste para o óleo. A uma temperatura ambiente de 22° C, os tempos médios de descida obtidos para o óleo de soja, a solução de sacarose e o detergente foram 00'01"06, 00'01"20 e 00'04"06, respectivamente.

Medidas relacionadas à densidade

Calibrar a balança e colocar dois béqueres de 15 mL, um em cada prato. Procurar novamente o equilíbrio mediante o sistema de compensação dos braços ou colocando pesos nos pratos da balança. Travar a balança, retirar os béqueres e preenchê-los com diferentes líquidos até a marca de 10 mL. Colocá-los outra vez nos pratos, destravar a balança e observar qual tem maior massa (Figura 2). Repetir o procedimento comparando outros dois líquidos. Três comparações determinarão a ordem relativa das massas de volumes aparentemente iguais de líquidos diferentes. Para os líquidos selecionados, o erro inerente à medida dos volumes nos béqueres ($\pm 5\%$) não altera a ordem relativa das massas.



Figura 2: Balança de dois pratos com fiel móvel e escala fixa. Béqueres contendo solução de sacarose (a), detergente (b) e óleo vegetal de soja (c).

Resultados e discussão

Na primeira etapa da experiência, a esfera de aço desce mais rapidamente no líquido menos viscoso, por este apresentar menor resistência ao escoamento. Na segunda etapa, a maior massa corresponde ao líquido mais denso. Uma análise da ordem decrescente desses dois parâmetros, estabelecidas em (1) e (2), indica que não existe uma relação direta ou indireta de proporcionalidade entre a viscosidade (V) e a densidade (D) dos líquidos.

$$\begin{aligned} V_{\text{DETERGENTE}} > V_{\text{SOLUÇÃO DE SACAROSE}} > V_{\text{ÓLEO DE SOJA}} & \quad (1) \\ D_{\text{SOLUÇÃO DE SACAROSE}} > D_{\text{DETERGENTE}} > D_{\text{ÓLEO DE SOJA}} & \quad (2) \end{aligned}$$

O professor pode questionar as ideias dos alunos sobre as características associadas à viscosidade e à densidade e discutir o porquê dessas ordens relativas. A falta de proporcionalidade entre as propriedades pode gerar alguma dificuldade na compreensão por parte dos alunos, o que de certa forma é positivo por fomentar a discussão acerca dos referidos resultados. Nesse sentido, o professor deve orientar o raciocínio dos alunos, enfatizando as diferenças estruturais dos três líquidos (Figura 3).

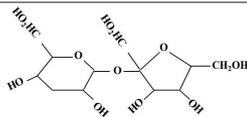
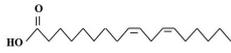
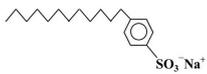
LÍQUIDOS	COMPOSTO PRINCIPAL	FÓRMULA MOLECULAR	FÓRMULA ESTRUTURAL
Solução de Sacarose	Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	
Óleo de soja	Ácido linoléico	$C_{18}H_{32}O_2$	
Detergente	p-Dodecilbenzeno sulfonato de sódio	$C_{18}H_{35}SO_3^-Na^+$	

Figura 3: Fórmulas químicas dos principais constituintes dos líquidos.

Com relação à ordem de viscosidades, o detergente pode ser considerado uma dispersão coloidal formada por aglomerados de ânions p-dodecilbenzenosulfonato (micelas) rodeados por cátions Na^+ e moléculas de água. Assim, as forças de coesão íon-dipolo aliadas ao tamanho extremamente grande das micelas (10^{-4} a 10^{-7} cm de diâmetro) dificultam o escoamento desse líquido e, provavelmente, por essa soma de fatores, o detergente é o mais viscoso. A solução de sacarose não apresenta aglomerações nem espécies iônicas, e as forças predominantes são as ligações de hidrogênio existentes entre os grupos hidroxilas da sacarose e as moléculas de água e entre as próprias moléculas de água. Nesse caso, as ligações de hidrogênio podem ser da mesma ordem que as do íon-dipolo, mas o menor tamanho das moléculas de sacarose e das de água parecem originar uma menor viscosidade. O óleo de soja está constituído por uma mistura de no mínimo oito ácidos graxos na maioria insaturados, cujo principal componente é o linoleico. Todos eles possuem uma cadeia carbônica aberta, longa e apolar com uma extremidade polar ($-COOH$). Devido a essa desproporção na molécula, as forças de coesão dipolo-dipolo devem ser fracas. Além disso, as duplas ligações provocam dobras nas cadeias carbônicas dos ácidos, dificultando a aproximação e aglomeração dessas moléculas e também contribuindo para que o óleo seja o líquido menos viscoso (O'Connor, 1977; Brown, 2005).

Com relação à ordem de densidades, o p-dodecilbenzenosulfonato de sódio e a sacarose apresentam massas

moleculares semelhantes, mas por serem as moléculas de sacarose de menor tamanho que as partículas coloidais do detergente, estas podem estar mais próximas umas das outras, gerando um líquido mais denso. O ácido linoleico e os outros componentes insaturados do óleo de soja têm massas moleculares menores e apresentam configurações que não permitem uma estreita aproximação entre as moléculas, originando uma mistura líquida menos densa (Brown, 2005; Santos et al., 2008).

Considerações finais

Alguns conceitos básicos de química tornam-se imprescindíveis na interpretação de fenômenos mais complexos e simbolizam um conteúdo indispensável, embora não apareçam explicitamente relacionados nos conteúdos programáticos dos livros didáticos do ensino médio. O apelo à contextualização – pela inserção de temas como: vidros, alimentos, petróleo, meio ambiente etc. – tem sido tratado na atualidade com o propósito de se evitar uma abordagem segmentada de um tópico em química. Assim, esta proposta de experimentação pode contribuir como uma fonte diversificada de material didático, a partir da correlação das propriedades físicas intensivas com as forças intermoleculares que existem em líquidos estruturalmente diferentes presentes no cotidiano.

Nesta experiência, optou-se por uma análise qualitativa justamente para facilitar a apreciação do fenômeno. Por outro lado, a fim de se evitar uma compreensão equivocada

Nesta experiência, optou-se por uma análise qualitativa justamente para facilitar a apreciação do fenômeno. Por outro lado, a fim de se evitar uma compreensão equivocada de que a viscosidade pode ser determinada apenas qualitativamente, uma análise quantitativa pode ser feita a partir da lei de Stokes, que se baseia no equilíbrio entre a força viscosa, o peso da esfera e o empuxo do líquido.

de que a viscosidade pode ser determinada apenas qualitativamente, uma análise quantitativa pode ser feita a partir da lei de Stokes, que se baseia no equilíbrio entre a força viscosa, o peso da esfera e o empuxo do líquido. Para tal fim, é necessário conhecer a velocidade de descida da esfera, sua massa e seu volume, além da densidade do líquido à temperatura de trabalho. Esferas de outros materiais quimicamente

inertes, menos densos que o aço e mais densos que a solução de sacarose ($> 1,27 \text{ g/cm}^3$ a 22°C) como vidro comum, também podem ser utilizadas com o intuito de se obter tempos de descida maiores (Eisberg, 1982; Alonso e Finn, 1972).

Ednilson Luiz Silva Vaz (fis07007@feg.unesp.br), aluno do Curso de Licenciatura em Física, da Universidade Estadual Paulista (FEG-UNESP). Guaratinguetá, SP – Brasil. **Heloisa Andréa Acciari** (heloisa@feg.unesp.br), licenciada e bacharel em Química e doutora em Química, pelo Instituto de Química de Araraquara (IQ-UNESP), é docente da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP). Guaratinguetá, SP – Brasil. **Alice Assis** (alice@feg.unesp.br), licenciada em Física, mestre e doutora em Educação para a Ciência, pela Faculdade de Ciências de Bauru (FC-UNESP), é docente da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP). Guaratinguetá, SP – Brasil. **Eduardo Norberto Codaro** (codaro@feg.unesp.br), licenciado em Ciências Químicas e doutor em Ciências Químicas, pela Universidad Nacional de La Plata (UNLP), é docente da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP). Guaratinguetá, SP – Brasil.

Referências

ARAÚJO, M.S.T. e ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BROWN, T.L.; LEMAY, H.E.; BURSTEN, B.E. e BURDGE, J.R. *Química: a ciência central*. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2005.

O'CONNOR, R. *Introdução à química*. São Paulo: Harper & Row, 1977.

ROSSI, A.B.; MASSAROTTO, A.M.; GARCIA, F.B.T.; ANSELMO, G.R.T.; DE MARCO, I.L.G.; CURRALERO, I.C.B.; TERRA, J. e ZANINI, S.M.C. Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. *Química*

Nova na Escola, n. 30, p. 55-60, 2008.

SANTOS, W.L.P.; MÖL, G.S.; MATSUNAGA, R.T.; DIB, S.M.F.; CASTRO, E.N.F.; SILVA, G.S.; SANTOS, S.M.O. e FARIAS, S.B. *Química & sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2008.

VYGOTSKY, L.S. *A construção do pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Para saber mais

ALONSO, M. e FINN, E.J. *Física – um curso universitário*. Vol. 1, Mecânica. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.

BITTENCOURT, A.M.B.; COSTA, V.G. e BIZZO, H.R. Avaliação da qualidade de detergentes a partir do volume de espuma formado. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 43-45, 1999.

EISBERG, R.M. *Física: fundamentos e aplicações*. São Paulo: McGraw-Hill, 1982.

REINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L.L.; ROSSI, A.V. e SCHUCHARDT, U. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.

Abstract: A teaching experience on viscosity and density. In this work, a teaching experience is proposed in order to evaluate and differentiate, in a simple and clear way, two intrinsic properties of matter that make part of daily vocabulary, viscosity and density. To this end, three liquids for domestic use have been chosen, namely saccharose solution, biodegradable detergent and vegetal soybean oil. The results analysis evidences the lack of a proportional relationship among these properties.

Keywords: chemistry education; viscosity; density.

XVI ENEQ - ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA / X EDUQUI - ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA

158



Em 2012, o Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ (www.ene2012.qui.ufba.br) – completou 30 anos e atingiu sua 16ª edição, cabendo aos educadores químicos baianos organizá-lo. Paralelamente, ocorreu a 10ª edição do Encontro de Educação Química da Bahia –

EDUQUI -, realizado há 23 anos. O evento conjunto aconteceu em Salvador (BA), no período de 17 a 20 de julho passado, no Campus de Ondina da Universidade Federal da Bahia.

O XVI ENEQ / X EDUQUI teve como tema **O ensino de química: consolidação dos avanços e perspectivas futuras**.

A comunidade brasileira de educadores químicos participou de 6 mesas-redondas, 26 temas de debate, 41 minicursos e assistiu a 324 comunicações orais de trabalhos completos e 565 painéis relativos a resumos aprovados. Como parte da programação, foi realizada a 3ª Mostra de Materiais Didáticos de Química – 3ª MOMADIQ –, na qual foram apresentados 44 trabalhos. São números que atestam o crescimento do ENEQ e da área de Ensino de Química no país.

Duas atividades mereceram destaque: a Reunião dos Coordenadores de Cursos de Licenciatura em Química e a mesa-redonda sobre o PIBID: consolidação dos avanços e das perspectivas futuras. Ambas foram muito fecundas, o que levou à elaboração de documentos acerca da formação de professores a serem encaminhados à SBQ e à CAPES.

O XVI ENEQ / X EDUQUI foi organizado por instituições de ensino superior do estado da Bahia (UFBA, UNEB, UESC, UESB, UEFS, UFRB) e contou com os seguintes apoios: Secretaria de Educação do Estado da Bahia, por meio do Instituto Anísio Teixeira; Conselho Regional de Química - 7ª Região;

agências financiadoras FAPESB, CAPES e CNPq; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia; Livraria e Distribuidora Multicampi; Editora da Unijuí; e Pontociência.

O público desse evento foi recorde nos Eneqs com cerca de 2000 participantes (exatamente: 1952), sendo 1214 estudantes de graduação, 543 estudantes de pós-graduação e/ou professores de educação básica e 195 professores de ensino superior. Grande quantidade de bolsistas de iniciação à docência esteve presente.

Compareceram educadores de quase todo o Brasil. Notou-se a ausência de representantes de apenas uma unidade da federação: o Amapá. Isso sugere a necessidade de uma ação da divisão de ensino da SBQ naquele estado para divulgarmos a área e atrairmos colegas para esta.

A Praça do Campus de Ondina tornou-se um local de debates, reuniões, encontros e convivência, troca de experiências, estabelecimento de parcerias e novas amizades, enfim, tudo aquilo que um congresso deve proporcionar aos seus participantes.

Na assembleia de encerramento, o XVI ENEQ / X EDUQUI foi muito bem avaliado pelos participantes. Foram também aprovadas duas moções de repúdio: uma ao Governo Federal e outra ao Governo Estadual pelo modo como têm tratado as greves dos professores das IFES e da Educação Básica da Bahia, respectivamente.

Por fim, decidiu-se que o XVII Encontro Nacional de Ensino de Química será realizado em Ouro Preto pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

José Luis de Paula Barros Silva -
Coordenador do XVI Eneq / X Eduqui
Gerson de Sousa Mól -
Diretor da Divisão de Ensino da SBQ