

Densidade: Uma Proposta de Aula Investigativa

Paulo Vitor Teodoro de Souza, Marcos Douglas Silva, Nicéa Quintino Amauro, Rafael Cava Mori e Patricia Flavia da Silva Dias Moreira

Este trabalho relata uma aula de caráter investigativo que buscou propiciar condições, a alunos da educação de jovens e adultos, para a compreensão de fenômenos que envolvem o conceito de densidade no âmbito do direito civil e da bioética. O trabalho utilizou-se da experimentação como uma estratégia para o desenvolvimento de habilidades, visando à resolução de problemas complexos e à tomada de decisões, fundamentando-se na pedagogia de Paulo Freire.

► densidade, experimentação, bioética ◀

Recebido em 19/06/2013, aceito em 19/12/2014

No ensino de química, as atividades experimentais são ferramentas que atuam como recursos pedagógicos na construção de conhecimentos, capacidades e habilidades.

Para Hodson (1988), elas devem ser conduzidas de tal maneira que se possa alcançar resultados positivos em diferentes objetivos educacionais, tais como: demonstrar um fenômeno; ilustrar um princípio teórico; coletar dados; testar diferentes hipóteses; despertar o interesse e a curiosidade dos alunos; desenvolver habilidades de observação ou tomada de medidas; e adquirir destreza no trato com os aparatos experimentais.

Barberá e Valdés (1996) apresentam três objetivos fundamentais para as atividades práticas: (1) como exercícios, propostos para desenvolver técnicas e habilidades práticas; (2) como experiências, que propõem ao aluno o contato com determinado fenômeno natural; e (3) como investigações, em que o aluno tem a oportunidade de trabalhar com questões abertas e se posicionar como o cientista que resolve um problema.

Quanto à densidade, objeto da presente proposta, Rossi e colaboradores (2008) consideram se tratar de um conceito simples, mas que pode resultar em dificuldades de ensino e aprendizagem caso os estudantes não tenham consolidadas certas habilidades que lhe são correlatas. Ressaltamos também que se trata de um conceito fundamental no domínio da química, dada sua importância para a caracterização de substâncias e materiais, para o preparo de soluções e mesmo como parâmetro para a compreensão de fenômenos físico-químicos.

Nessa perspectiva, Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008, p. 34) afirmam que as aulas experimentais com caráter predominantemente investigativo buscam “obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência”.

Quanto à densidade, objeto da presente proposta, Rossi e colaboradores (2008) consideram se tratar de um conceito simples, mas que pode resultar em dificuldades de ensino e aprendizagem caso os estudantes não tenham consolidadas certas habilidades que lhe são correlatas. Ressaltamos também que se trata de um conceito fundamental no domínio da química, dada sua importância para a caracterização de substâncias e materiais, para o preparo de soluções e mesmo como parâmetro para a compreensão de fenômenos físico-químicos.

Assim, visando a essa articulação entre o conceito temático de densidade e a compreensão de um fenômeno, neste trabalho, desenvolvemos uma estratégia de ensino

pautada no conceito de experimentação problematizadora, que se vale da pedagogia de Paulo Freire (1987, 2006) para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alto nível e para aumentar o interesse dos alunos pelos assuntos de sala de aula.

Segundo o referido autor, uma educação problematizadora visa, em última instância, à superação de uma situação de opressão por meio da instrumentalização dos sujeitos oprimidos. Essa instrumentalização pode ser entendida como a aquisição, por parte dos educandos, de recursos para a leitura da realidade, e que posteriormente converter-se-ão em instrumentos também para sua transformação. Trata-se, portanto, de uma concepção crítica sobre o ato educativo, que entende a

educação como prática social passível de intervir sobre a realidade e sobre as relações nela engendradas, mas que não deixa de reconhecer os condicionantes sociais que limitam seu âmbito de ação. O caminho percorrido nessa instrumentalização – ou seja, o caminho desse educar-se – deve ser visto como uma jornada de conscientização e de exercício do diálogo. Daí a pedagogia de Paulo Freire ser chamada, muitas vezes, de pedagogia dialógica.

Conforme Delizoicov (1983), uma estratégia de ensino fundamentada nos pressupostos freireanos pode ser estruturada em três momentos distintos: (1) problematização inicial; (2) organização do conhecimento; e (3) aplicação do conhecimento.

No caso da experiência que vamos relatar, na problematização inicial, apresentamos um texto contendo uma situação fictícia sobre a qual os alunos devem tomar um posicionamento com base em leitura e interpretação. Na segunda etapa, os alunos são levados a desenvolver um roteiro para estabelecer experimentalmente a densidade da água e a densidade de um objeto (no caso, um boneco), que é desconhecida. Finalmente, com os resultados experimentais em mãos, os alunos procedem à sua análise em conjunto para a subsequente tomada de decisão.

O presente estudo foi realizado em duas turmas de educação de jovens e adultos (EJA) da Escola Estadual Frei Egídio Parisí na cidade de Uberlândia (MG), em duas aulas de 50 minutos, conduzidas em três etapas descritas a seguir. No total, 36 alunos participaram do estudo.

Problematização inicial

Inicialmente, a turma foi dividida em grupos de cinco alunos, ocupando cada grupo uma bancada no laboratório, em que foram dispostos uma proveta de 250,0 mL, um boneco de densidade desconhecida e um recipiente contendo água. Os bonecos foram confeccionados pelo preenchimento com

areia de bonecos plásticos de aproximadamente 7 cm, adquiridos em uma loja de artesanatos. Em seguida, solicitou-se aos alunos a leitura de um texto (Quadro 1) que apresenta um caso hipotético de sucessão de bens. Antes de prosseguirmos, façamos dois comentários sobre o papel do texto nessa aula.

A primeira observação é sobre o papel da leitura na educação escolar. De acordo com Freire (2006), o ato de ler não se restringe à leitura da palavra: deve também ser uma leitura de mundo que se constrói historicamente. Nesse sentido, Freire defende que a práxis do diálogo deveria perpassar todo o processo de ensino-aprendizagem, começando na busca do conteúdo programático e se estendendo até as avaliações

finais (Carvalho, 2008). Assim, o texto motivador apresentado no Quadro 1 busca proporcionar um diálogo entre o currículo de química e o estudo do contexto sociopolítico do educando. Considera-se ainda que cabe não somente ao professor da língua portuguesa utilizar-se de textos – sejam eles técnicos, científicos, acadêmicos, literários, jornalísticos etc. – para o exercício da interpretação, mas também a todas as demais disciplinas escolares. Sendo a questão da

Quadro 1: Texto motivador envolvendo uma situação-problema.

Ana é uma linda mulher, independente e empreendedora, que se deixa envolver pelo seu vizinho João, um senhor bem mais velho e dono de uma grande fortuna. Após dois meses de intensa paixão, Ana descobre que está grávida e, mais que depressa, conta a João, que recebe a notícia com grande euforia, apesar do descontentamento de seus outros filhos já adultos, Clara e Robson.

Com a finalidade de preservar os direitos de todos os seus filhos, João decide fazer um acordo pré-nupcial no qual deixa ao filho, que está no ventre de Ana, uma parte de sua herança, quantia esta que seria suficiente para assegurar ótimas condições de vida para o bebê. Note que João deixa a herança apenas para o filho e não para Ana.

Numa manhã de domingo, João morre em um trágico acidente de carro. No dia seguinte, Ana dá entrada na maternidade em trabalho de parto. Após 10 horas de empenho da equipe médica, veio a notícia: o bebê não resistiu. Frente a isso, a equipe médica realiza um teste denominado *docimásia hidrostática de Galeno* para saber se o bebê nasceu com vida ou não, já que:

- De acordo com a Medicina Legal, “um pulmão que nunca respirou possui densidade maior que a água, ao contrário do que acontece com um pulmão que já respirou”.
- De acordo com o Art. 2º do Código Civil Brasileiro, “A personalidade civil da pessoa começa do nascimento com vida; mas a lei põe a salvo, desde a concepção, os direitos do nascituro”.

linguagem utilizada em sala de aula a origem de muitos dos problemas relacionados à aprendizagem (Francisco Junior; Garcia Júnior, 2010), a leitura (assim como a escrita) se apresenta como um momento fundamental para que os alunos aprimorem suas habilidades de interpretação e apreensão dos significados das palavras, especialmente no caso dos significados científicos nelas inscritos.

A segunda observação é sobre o fato de o texto do Quadro 1 apresentar uma situação-problema. Segundo Costa e Moreira (1996), o que se entende por problema está sujeito a várias interpretações: pode ser um estado subjetivo da mente; um desafio que exige esforço para ser superado; ou uma situação não resolvida, cuja resposta não é imediata, sendo que sua busca resulta em reflexão e mudanças nas estruturas mentais. Esse terceiro entendimento é aquele que mais está de acordo com a concepção aqui adotada.

Organização do conhecimento

Para solucionar o problema apresentado no texto, os alunos foram convidados a efetuar um procedimento previsto na Medicina Legal Brasileira, a docimásia pulmonar hidrostática de Galeno. Trata-se de um método utilizado para indicar precisamente se o feto falecido logo após o nascimento chegou a respirar ou não, ou seja, se veio a adquirir personalidade jurídica e, por conseguinte, se pode ser considerado sujeito de direito (Gagliano, 2008, p. 81).

A docimásia hidrostática se baseia na diferença de densidades entre o pulmão que respirou e o que não respirou: o primeiro, devido à entrada do ar, tem sua densidade diminuída, passando a ser de $0,700 \text{ g.mL}^{-1}$ a $0,800 \text{ g.mL}^{-1}$, flutuando na água; o segundo, de densidade entre $1,040 \text{ g.mL}^{-1}$ e $1,092 \text{ g.mL}^{-1}$, submerge na água, cuja densidade é em torno de $1,000 \text{ g.mL}^{-1}$. Como já afirmamos, de acordo com o direito brasileiro, se comprovado que o recém-nascido (cujo pai já tenha morrido) chegou a respirar após o parto, ele adquire direitos sucessórios. Caso venha a falecer, portanto, transmitirá esses direitos a sua mãe (Semião, 1998).

Para orientar a coleta dos dados, apresentamos aos alunos um roteiro experimental (Quadro 2). Após a execução do experimento, cada grupo discutiu internamente os resultados obtidos para a resolução das questões, solicitando-se aos alunos que registrassem em seus cadernos as trajetórias que percorreram durante esse processo. A seguir, o professor elaborou, no quadro da sala de aula, uma tabela dividida em três partes para compilar os resultados da turma: a densidade da água, a densidade do boneco e a justificativa do boneco ter afundado ou flutuado. De acordo com os valores encontrados pelos grupos, foi possível prever o destino do dinheiro deixado por João. Recapitulando, de acordo com o Quadro 2: os alunos

Para solucionar o problema apresentado no texto, os alunos foram convidados a efetuar um procedimento previsto na Medicina Legal Brasileira, a docimásia pulmonar hidrostática de Galeno. Trata-se de um método utilizado para indicar precisamente se o feto falecido logo após o nascimento chegou a respirar ou não, ou seja, se veio a adquirir personalidade jurídica e, por conseguinte, se pode ser considerado sujeito de direito (Gagliano, 2008, p. 81).

Quadro 2: Roteiro experimental.

Materiais

Proveta 250,0 mL, água, boneco e balança.

Procedimento experimental

Primeira parte: cálculo da densidade da água.

1. Coloque 50,0 mL de água em uma proveta;
2. Tare a balança com um béquer;
3. Transfira a água da proveta para o béquer;
4. Anote o valor da massa encontrada;
5. Calcule o valor da densidade da água, dividindo o valor da massa da água pelo volume de água na proveta, isto é, 50,0 mL.

$$d = \frac{m_{(\text{de água, em g})}}{v (50,0 \text{ mL})} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Segunda parte: cálculo da densidade do boneco.

1. Meça a massa do boneco que está em sua bancada;
2. Coloque 50,0 mL de água em uma proveta de 250,0 mL;
3. Mergulhe o boneco na proveta e anote o novo volume indicado;
4. Calcule a variação do volume, $V_{(\text{do boneco, em mL})} = (V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}})$;
5. Calcule a densidade do boneco, dividindo o valor da massa pelo valor do volume do boneco.

$$d = \frac{m_{(\text{do boneco, em g})}}{V_{(\text{do boneco, em mL})}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Terceira parte: investigação para resolver a questão problema. Supondo que o boneco representa o aparelho respiratório do bebê de Ana, responda com base nos seus resultados:

- a) Em seu experimento, o boneco afundou ou flutuou na água? Justifique por meio da comparação das densidades da água e do boneco.
- b) Quem ficará com a herança de João?
- c) Por que a densidade do pulmão em que entrou ar é menor (entre $0,700 \text{ g.mL}^{-1}$ a $0,800 \text{ g.mL}^{-1}$) em relação ao pulmão que não respirou (cuja densidade está entre $1,040 \text{ g.mL}^{-1}$ a $1,092 \text{ g.mL}^{-1}$, ou seja, é maior que a densidade da água)?

calcularam, primeiramente, a densidade da água e, em seguida, a do boneco, que representa o aparelho respiratório do bebê. Como o boneco afunda, devido à sua densidade ser maior que a da água, os alunos concluíram que bebê não respirou. Logo, não teria adquirido direitos perante o Artigo 2º do Código Civil Brasileiro e, conseqüentemente, não teria direito à herança. Ana também não herdaria bens de João, que ficariam com seus filhos, Clara e Robson.

O questionário proposto na última parte do roteiro experimental procurou abordar o fato de que com a respiração autônoma da criança ocorre a expansão alveolar, em que o volume do pulmão aumenta acentuadamente,

enquanto que o peso deste permanece o mesmo e, dessa forma, o órgão apresenta uma diminuição em sua densidade.

Aplicação do conhecimento

Com a etapa de organização do conhecimento sendo mediada pelo professor, pautada pelo princípio da dialogicidade, foi possível conduzir os alunos a utilizarem um conceito específico das ciências, a densidade, a fim de solucionar a questão-problema – ou seja, aplicar o conhecimento científico para a compreensão de aspectos do mundo a seu redor e para orientar a tomada de decisões.

Ao trabalharmos conteúdos de ensino vinculados ao dia a dia da turma, entendemos que o educando não apenas consegue se identificar com seu objeto de estudo, mas principalmente exercita a capacidade de questionar e de problematizar sua realidade. Carvalho (2008, p. 19) explica as implicações dessa perspectiva:

Esse método associa dois objetivos interligados: a instrumentalização teórico-prática dos educandos, que buscam a apropriação do conhecimento, assim como um posicionamento progressivamente crítico e questionador, na busca por uma reflexão sobre as posturas e valores reprodutores de uma estrutura social perversa e excludente.

Por sua vez, Venquiaruto e colaboradores (2011, p. 135) argumentam que “o conhecimento científico é capaz de explicar uma série de questões pertinentes ao mundo em que vivemos, mas certamente não é capaz de solucionar todos os problemas”. Foi assim que, no decorrer da coleta de dados, os educandos vivenciaram até mesmo algumas controvérsias na interseção entre os aspectos científicos e os métodos da medicina forense, as questões relacionadas com a divisão de bens e os dispositivos do Código Civil Brasileiro, que comentaremos a seguir.

Como já afirmamos, Freire (1987) propõe uma educação problematizadora que tem na práxis do diálogo um importante princípio. Orientando-nos de acordo com essa concepção, na segunda aula, os alunos foram levados a considerar o caso apresentado na aula anterior em sua integralidade, ou seja, considerando seus aspectos éticos, científicos, sociais e econômicos. Dessa forma, para nortear o debate em sala de aula, apresentamos alguns questionamentos relacionados à bioética e aos valores tomados para resolução do caso (Kovács, 2003; Caamanõ, 2005) por exemplo:

- Quando deve ser definido o início da vida: no momento da concepção, na sua evolução ou com o começo do estabelecimento de relações?
- Quando termina a vida: a partir da parada cardiorrespiratória, da parada encefálica ou quando o último parâmetro biológico deixa de se manifestar?
- No caso analisado, será que não caberia um recurso dentro do processo de concessão de bens?

Segundo Kovács (2003), a discussão sobre a bioética nasce dos conflitos trazidos pela transformação humana e os fenômenos criados pela cultura para lidar com a complexa combinação de uma revolução científica com uma crise de valores advinda de transformações sociais profundas. Consideram-se nesse âmbito, portanto, as reações do comportamento humano frente à pesquisa com células-tronco embrionárias, à aceitação da eutanásia, à quebra de patentes de medicamentos para tratamento de doenças crônicas e às questões éticas sobre o aquecimento global – questões que permanecem na ordem do dia e que exigem conhecimentos especializados para serem mais bem compreendidas e para que os cidadãos possam se posicionar, embasada e coerentemente, frente a elas.

Considerações finais

Os enfoques alternativos ao ensino tradicional propõem o desempenho mais ativo dos alunos em sala. A atividade que relatamos consistiu na realização de um experimento em grupo, até que se obtivessem dados suficientes para a resolução de um problema. Concebemos essa elaboração e aplicação de conhecimentos como uma alternativa à simples memorização de um conceito - em nosso caso, a densidade.

Durante a aula, percebemos um grande envolvimento dos alunos na atividade, pois se trata de um assunto que mescla conhecimentos de campos diversos como o direito civil, a medicina legal e as ciências físicas em geral. Os grupos conseguiram apresentar resultados de modo fundamentado e puderam conhecer um pouco sobre o funcionamento da sucessão de bens no Brasil, quando se trata de um natimorto ou de uma criança que nasce com vida. Por se tratar de uma turma da EJA, acreditamos que tais assuntos se apresentaram

mais significativos e relevantes aos estudantes, o que poderia não ocorrer em outras modalidades de ensino. A atividade proporcionou também um entendimento, ainda que inicial e provisório, sobre questões mais profundas, relacionadas ao fim e ao começo da vida – questões que, como diria Paulo Freire, provocam os sujeitos a dialogarem e a construir

Durante a aula, percebemos um grande envolvimento dos alunos na atividade, pois se trata de um assunto que mescla conhecimentos de campos diversos como o direito civil, a medicina legal e as ciências físicas em geral. Os grupos conseguiram apresentar resultados de modo fundamentado e puderam conhecer um pouco sobre o funcionamento da sucessão de bens no Brasil, quando se trata de um natimorto ou de uma criança que nasce com vida. Por se tratar de uma turma da EJA, acreditamos que tais assuntos se apresentaram mais significativos e relevantes aos estudantes, o que poderia não ocorrer em outras modalidades de ensino.

novas visões de mundo, alterando sua práxis e, quem sabe, contribuindo para que escapem dos grilhões da opressão. Este é, afinal, o objetivo da educação como prática da liberdade.

Paulo Vitor Teodoro de Souza (paulovitynho_teodoro@yahoo.com.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e aluno do programa de pós-graduação em ensino de ciências e matemática – mestrado profissional (UFU), atualmente é professor da Junta de Educação da Convenção Batista Mineira e da rede estadual de Minas Gerais. Uberlândia, MG –BR. **Marcos Douglas Silva** (macnyt@hotmail.com), licenciado em Química na UFU, é pós-graduando em

engenharia mecânica, nível mestrado (UFU). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG – BR. **Nicéa Quintino Amauro** (nicea@iqufu.ufu.br), bacharel e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Química de São Carlos (IQSC), atualmente é professora da UFU. Uberlândia, MG – BR. **Rafael Cava Mori** (rafael.mori@usp.br), licenciado em ciências, bacharel e mestre em Química pela USP, pós-graduando em Química pela USP e professor da educação básica na rede Estadual de São Paulo. São Carlos, SP – BR São Carlos, SP – BR. **Patrícia Flavia da Silva Dias Moreira** (patriciafsdm@gmail.com), licenciada, bacharel e doutora em Química pela UFU, especialista em Ensino de Ciências pela Faculdade de Educação da UFU, é professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Natal, RN – BR.

Referências

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

CAAMANÓ, A. Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación Química*, v. 16, n. 1, p. 10-19, 2005.

CARVALHO, A.V. *Ensino de história freireano: desafios para uma práxis em educação a distância contra-hegemônica*. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado da Bahia, Faculdade de Educação, Salvador, 2008.

COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 2, p. 176-192, 1996.

DELZOICOV, D. Ensino de física e a concepção freiriana de educação. *Revista de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

FRANCISCO JUNIOR, W.E.; FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 34- 41, 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W.E.; GARCIA JÚNIOR, O. Leitura

em sala de aula: um caso envolvendo o funcionamento da ciência. *Química Nova na Escola*. v. 32, n. 3, 2010.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

GAGLIANO, P.S. *Novo curso de direito civil, volume I: parte geral*. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

KOVÁCS, M.J. Bioética nas questões da vida e da morte. *Psicologia USP*, v. 14, n. 2, p. 115-167, 2003.

ROSSI, A.V.; MASSAROTTO, A.M.; GARCIA, F.B.T.; ANSELMO, G.R.T.; DE MARCO, I.L.G.; CURRALERO, I.C.B.; TERRA, J.; 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.

SEMIÃO, S.A. *Os direitos do nascituro: aspectos cíveis, criminais e do biodireito*. Belo Horizonte: Del Rey, 1998.

VENQUIARUTO, L.D.; DALLAGO, R.M.; VANZETO, J.; DEL PINO, J.C. Saberes populares fazendo-se saberes escolares: um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.

Abstract: *Density: A Proposal for Inquiry-Based Class*. This paper describes an inquiry-based class which sought to provide Youth and Adults Education students with conditions for understanding phenomena that involve the concept of density, in the context of civil law and bioethics. Experimentation was used as a strategy for the development of abilities aiming at solving complex problems and taking decisions, based on Paulo Freire's pedagogy.

Keywords: density, experimentation, bioethics.