

química nova

NA ESCOLA



VOLUME 39 Nº 1, FEVEREIRO 2017

- 4 A Química na Odontologia
G. A. Storgatto, M. E.F. Braibante e H. T. S. Braibante
- 12 Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química
E. L. Moreno e S. P. Heidelmann
- 19 TEM DENDÊ, TEM AXÉ, TEM QUÍMICA: Sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de química
J. P. da Silva, A. C. B. Alvino, M. A. dos Santos, V. L. dos Santos e A. M. Canavarro Benite
- 27 A utilização de uma oficina de ensino no processo formativo de alunos de ensino médio e de licenciandos
M. E. G. Winkler, J. R. B. de Souza e M. B. Z. Sá
- 35 Reações de oxidação-redução e suas diferentes abordagens
S. G. Klein e M. E. F. Braibante
- 46 O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931)
R. A. Meloni e H. E. B. Viana
- 52 Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos
B. S. J. Barreto, C. H. Batista e M. C. P. Cruz
- 59 Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais
C. O. de B. Loyola e F. C. Silva
- 68 Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química
N. M. M. Kiouranis e M. P. da Silveira
- 75 Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores
I. R. M. Severo e A. C. Kasseboehmer
- 83 Construção e Avaliação de Dispositivo para Determinação de Material Particulado em Ambientes Internos e Externos
M. Piovezan, R. Trilha, A. V. Santos e L. Bueno
- 89 Monteiro Lobato e Paulo Freire: problematizando *O Poço do Visconde*
M. P. da Silveira e J. Zanetic

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)

Salete Linhares Queiroz (IQSC-USP)

CONSELHO EDITORIAL

Alice Ribeiro Casimiro Lopes (FE-UERJ - Rio de Janeiro, RJ - Brasil)

António Francisco Carrelhas Cachapuz (UA - Aveiro, Portugal)

Attico Inacio Chassot (IPA - Porto Alegre, RS - Brasil)

Aureli Caamaño (UB - Barcelona, Espanha)

Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE - Recife, PE - Brasil)

Eduardo Fleury Mortimer (UFMG - Belo Horizonte, MG - Brasil)

Eduardo Motta Alves Peixoto (IQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Gisela Hernández (UNAM - Cidade do México, México)

Julio Cezar Foschini Lisbôa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Lenir Basso Zanon (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)

Luiz Henrique Ferreira (UFSCar - São Carlos, SP - Brasil)

Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)

Otávio Aloisio Maldaner (UNIJUÍ - Ijuí, RS - Brasil)

Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)

Roberto Ribeiro da Silva (UnB - Brasília, DF - Brasil)

Roseli Pacheco Schnetzler (UNIMEP - Piracicaba, SP - Brasil)

ASSISTENTE EDITORIAL

Giseli de Oliveira Cardoso

Química Nova na Escola é uma publicação trimestral da Sociedade Brasileira de Química que tem como local de publicação a sede da sociedade localizada no

Instituto de Química da USP -

Bloco 3 Superior, São Paulo - SP, Fone (11) 3032-2299,

Endereço-e: sbqsp@iq.usp.br

Indexada no *Chemical Abstracts*, *DOAJ*, *Latindex* e *EDUBASE*

Correspondência deve ser enviada para:

Química Nova na Escola

Caixa Postal 26037

05513-970 São Paulo - SP

Fax (11) 3814-3602

Endereço-e: qnesc@sbq.org.br

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 748

05508-900, São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299

Química Nova na Escola na internet:

<http://qnesc.sbq.org.br>

Copyright © 2017 Sociedade Brasileira de Química

Para publicação, requer-se que os manuscritos submetidos a esta revista não tenham sido publicados anteriormente e não sejam submetidos ou publicados simultaneamente em outro periódico. Ao submeter o manuscrito, os autores concordam que o *copyright* de seu artigo seja transferido à Sociedade Brasileira de Química (SBQ), se e quando o artigo for aceito para publicação.

O *copyright* abrange direitos exclusivos de reprodução e distribuição dos artigos, inclusive separatas, reproduções fotográficas, microfílmicas ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocopiagem, gravação, mídia magnética ou algum outro modo com fins comerciais, sem permissão por escrito da detentora do *copyright*.

Embora todo esforço seja feito pela SBQ, Editores e Conselho Editorial para garantir que nenhum dado, opinião ou afirmativa errada ou enganosa apareçam nesta revista, deixa-se claro que o conteúdo dos artigos e propagandas aqui publicados são de responsabilidade, única e exclusivamente, dos respectivos autores e anunciantes envolvidos. Consequentemente, a SBQ, o Conselho Editorial, os Editores e respectivos funcionários, diretores e agentes isentam-se, totalmente, de qualquer responsabilidade pelas consequências de quaisquer tais dados, opiniões ou afirmativas erradas ou enganosas.

diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

4 A Química na Odontologia

Chemistry in dentistry

G. A. Storgatto, M. E.F. Braibante e H. T. S. Braibante

Educação em Química e Multimídia / Chemical Education and Multimídia

12 Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química

Innovative instructional resources for teaching chemistry

E. L. Moreno e S. P. Heidelmann

Espaço Aberto / Issues/Trends

19 TEM DENDÊ, TEM AXÉ, TEM QUÍMICA: Sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de química

PALM, AXÉ, CHEMISTRY: On the African and African-Brazilian history and culture in chemistry education

J. P. da Silva, A. C. B. Alvino, M. A. dos Santos, V. L. dos Santos e A. M. Canavarro Benite

27 A utilização de uma oficina de ensino no processo formativo de alunos de ensino médio e de licenciandos

A teaching workshop as a tool in the formative process of high school and undergraduates students

M. E. G. Winkler, J. R. B. de Souza e M. B. Z. Sá

Conceitos Científicos em Destaque / Scientific Concepts Highlighted

35 Reações de oxidação-redução e suas diferentes abordagens

Oxidation-reduction reactions and their different approaches

S. G. Klein e M. E. F. Braibante

História da Química / History of Chemistry

46 O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931)

Chemical Education in Brazil and debates about atomism: a study of secondary education programs (1850-1931)

R. A. Meloni e H. E. B. Viana

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

52 Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos

Electrochemical cells, everyday life and students' concepts

B. S. J. Barreto, C. H. Batista e M. C. P. Cruz

59 Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais

Medicinal Plants: a thematic workshop for the teaching of functional groups

C. O. de B. Loyola e F. C. Silva

68 Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química

Fuels: a problematizing approach to the teaching of chemistry

N. M. M. Kiouranis e M. P. da Silveira

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in focus

75 Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores

Student motivation: reflections on the motivational profile and the perception of teachers

I. R. M. Severo e A. C. Kasseboehmer

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

83 Construção e Avaliação de Dispositivo para Determinação de Material Particulado em Ambientes Internos e Externos

Construction and Evaluation of Device to Determination Indoor/Outdoor Particulate Matter

M. Piovezan, R. Trilha, A. V. Santos e L. Bueno

Cadernos de Pesquisa/Research Letters

89 Monteiro Lobato e Paulo Freire: problematizando O Poço do Visconde

Monteiro Lobato and Paulo Freire: problematizing O Poço do Visconde

M. P. da Silveira e J. Zanetic

Sancionada a Reforma do Ensino Médio

A sanção da Reforma do Ensino Médio, no início de fevereiro, gerará mudanças que afetarão a sociedade brasileira e, de forma ainda mais contundente, muitos dos nossos leitores, envolvidos diretamente no processo educativo. Assim, neste primeiro número do ano de 2017 da revista *Química Nova na Escola*, é relevante apontar aspectos norteadores da referida Reforma, que demandam reflexão por parte de cada um de nós. A flexibilização do currículo, o aumento da carga horária e a ampliação do número de escolas de tempo integral ocupam posição de destaque, juntamente com o reconhecimento de profissionais com notório saber como aptos a ministrar conteúdos no Ensino Médio. Seguramente, são aspectos não consensuais e alguns extremamente polêmicos na perspectiva da comunidade de educadores químicos. Isso nos impõe o desafio de acompanhar atentamente os desdobramentos da Reforma e das propostas que serão lançadas visando a sua efetivação, de modo a compreendermos que impactos terão sobre a educação nacional. O nosso posicionamento crítico frente a elas se constitui em recurso fundamental para o alcance do ensino de ótima qualidade que almejamos para todos os cidadãos brasileiros. Posicionamento este que precisa estar ancorado em nossas experiências e conhecimentos inerentes ao assunto.

Na intenção de contribuir para o enriquecimento desse cabedal de conhecimentos que nos habilita a assumir uma postura crítica frente às turbulências da realidade que nos cerca, o atual número da revista está recheado com assuntos que contemplam metodologias inovadoras de ensino, a formação de professores e a história da química.

Atenção especial é dedicada às oficinas temáticas no âmbito do ensino de química. De fato, três artigos reúnem elementos que viabilizam o entendimento sobre o seu funcionamento e destacam suas potenciais contribuições para a formação dos estudantes. No primeiro deles, “A utilização de uma oficina de ensino no processo formativo de alunos de ensino médio e de licenciandos”, foi abordado o tema produtos naturais. As plantas medicinais foram alvo de estudo no segundo artigo, conforme indica o título “Plantas Medicinais: oficina temática para o ensino de grupos funcionais”, e os combustíveis delinearão as ações descritas no

terceiro: “Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química”.

A leitura do conjunto de textos sobre as oficinas temáticas evidencia ainda as contribuições das pesquisas para o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que todos eles encontram inspiração e subsídios teóricos em trabalho publicado, em 2008, por Maria Eunice Ribeiro Marcondes na revista *Em Extensão*. Este se vincula estreitamente a dissertações e teses originárias do Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEPEQ), da Universidade de São Paulo, por ela liderado.

A preocupação com o tratamento de temas que viabilizam o estudo dos conteúdos de química de forma contextualizada e relacionada com o dia a dia dos estudantes também permeia as propostas descritas no artigo “A Química na Odontologia”. Reações químicas que podem ser exploradas a partir de materiais de fácil aquisição utilizados na prática odontológica são discutidas, assim como a relação entre a química e os problemas de saúde bucal, o processamento radiográfico odontológico, os anestésicos e os materiais restauradores.

A questão da experimentação no ensino de química está presente neste número, no contexto da construção e avaliação de dispositivo para determinação de material particulado em ambientes internos e externos. Em contraponto, temas que ainda são pouco explorados também encontram espaço nos artigos “Tem dendê, tem axé, tem química: sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de química” e “Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores”.

A formação leitora dos estudantes, por sua vez, está novamente em pauta no artigo “Monteiro Lobato e Paulo Freire: problematizando O Poço do Visconde”. Na seção *Cadernos de Pesquisa*, portanto, é possível recordar a infância, enquanto o potencial pedagógico do livro para o ensino de química é deslindado.

Desejamos a todos uma ótima leitura!

Paulo Alves Porto
Salete Linhares Queiroz



A Química na Odontologia

Greyce A. Storgatto, Mara E. F. Braibante e Hugo T. S. Braibante

Seja por dor, sensibilidade ou para uma revisão habitual, certamente uma consulta ao dentista já nos foi ou será necessária. Será que, ao entrar no consultório – onde até o cheiro é característico – podemos refletir “se” e “como” a química se faz ali presente? A partir deste questionamento, este trabalho apresenta a “química na odontologia” como temática para explorar conteúdos químicos e suas relações com a saúde bucal. A odontologia, através das mãos dos profissionais da área, está intimamente ligada à nossa saúde bucal e é carregada de uma rica bagagem química em sua história e prática. Nessa perspectiva, apresentamos uma revisão acerca do elo “química-odontologia”, abordando problemas comuns de saúde bucal, a química envolvida no processamento radiográfico odontológico, anestésicos locais e materiais restauradores. Apresentamos, ainda, propostas de atividades para o ensino de química a partir dessa temática.

► ensino de química, odontologia, saúde bucal ◀

Recebido em 15/02/2016, aceito em 06/03/2016

4

Nos dias de hoje, é muito comum marcarmos uma consulta ao dentista, profissional que nos transmite confiança e segurança para solucionar problemas de saúde bucal. Entretanto, no passado, o tratamento de problemas dentários podia ser muito doloroso, sendo comum a prática da exodontia (extração do dente). Sem a utilização de anestésicos locais, podemos pensar que o medo de quem se submetia a ser paciente era diretamente proporcional à dor que estava por vir durante o procedimento.

Hoje, ao vivermos a experiência de pacientes, somos gratos aos avanços na área da odontologia, tais como a dentística restauradora, o advento dos anestésicos, o uso de radiografias para diagnóstico e as técnicas estudadas pelos profissionais para o tratamento correto de cada caso. É graças ao preparo dos dentistas, bem como às propriedades dos materiais por eles utilizados, que a função e a estética de um dente podem ser recuperadas.

Imaginemos a prática odontológica como uma grande corrente, cujos elos são resultantes da união odontologia-química. Desde a forma de prevenir, diagnosticar e tratar

problemas de saúde bucal, até o advento de materiais que muito se assemelham à estética dos dentes naturais, são inegáveis as relações entre ambas as ciências.

Abordamos, neste trabalho, a química envolvida nos tópicos delineados nesta breve introdução: problemas comuns de saúde bucal, o processamento radiográfico odontológico, anestésicos e materiais restauradores.

As relações química-odontologia

Dentre as diversas reações que ocorrem a todo momento no meio bucal, destacamos a reação de equilíbrio, desmineralização e mineralização da hidroxiapatita, mineral constituinte do esmalte dos dentes (Figura 1). A desmineralização ocorre quando uma pequena quantidade de hidroxiapatita $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s})]$ é dissolvida. No processo de mineralização, ocorre a formação deste mineral (Silva *et al.*, 2001).

A perda de tecido dental é um processo que acontece ao longo da vida de um indivíduo. Porém, essa perda se torna patológica quando causa problemas funcionais (mastigação) ou estéticos, gerando um quadro de sensibilidade no paciente (Fuck, 2011). Sobre problemas comuns de saúde bucal, salientamos neste trabalho a cárie e a erosão dental.

A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.

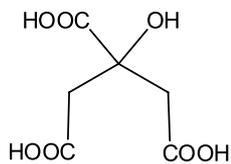


Figura 5: Fórmula estrutural do ácido cítrico.

microscopia atômica, acompanhando a desmineralização após sucessivos tratamentos com bebidas ácidas e a subsequente remineralização com pastas contendo íons cálcio e fosfato (Lechner *et al.*, 2015).

Até um passado não muito distante, não era possível diagnosticar nenhum problema bucal que não fosse aparente, como um buraco visível no dente, ou algo sobre a estrutura dentária de um indivíduo. Hoje em dia, sabe-se que é prática comum o dentista fazer uso de imagens radiográficas para analisar um caso.

Podemos nos perguntar: como ocorre o processo até se obter uma perfeita imagem interna de nossos dentes? É o que se apresenta no tópico a seguir.

Imagem radiográfica: a química revelada

A história da radiologia iniciou-se em 1895, ano da descoberta dos raios-X por Wilhelm Conrad Roentgen. Otto Walkhoff fez a primeira radiografia dentária, de sua boca, num tempo de exposição de 25 minutos (Guerra, 2011).

A radiografia dentária, no sentido mais amplo, pode ser considerada como uma representação da sombra dos tecidos dentários (Figura 6). Para a produção da sombra é preciso: luz, objeto e película (filme) (Greenfield, 1956).



Figura 6: Exemplo de imagem radiográfica dentária. Fonte: Madeira, 2007.

Para a visualização da imagem, é preciso que o filme sensibilizado pela radiação seja revelado. Uma das formas de revelação do filme é a manual, na qual o processamento consiste na imersão do filme nas soluções reveladora e fixadora, em câmara escura ou caixa de processamento portátil.

A solução reveladora é uma solução aquosa composta de um redutor, um acelerador, uma substância protetora e outra limitadora. Já a solução fixadora, dentre outras substâncias, contém tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) e ácido acético (CH_3COOH), que desempenham funções distintas.

Segundo Greenfield (1956), a revelação do filme radiográfico é uma reação química de oxirredução (Figura 7). O filme contém uma emulsão composta de sal de prata em gelatina, geralmente brometo de prata (AgBr). Quando se coloca o filme sensibilizado na solução reveladora ocorre a redução da prata, a qual fica finamente pulverizada sobre a película. O revelador atua unicamente nos sais de prata que foram atingidos pelos raios-X. Os agentes redutores usados no revelador são o metol (*p*-metilaminofenol) e a hidroquinona ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$), atuando em combinação. Para facilitar a presença destes reagentes na emulsão, neutraliza-se com uma base, denominada “acelerador”, neste caso o carbonato de sódio (Na_2CO_3).

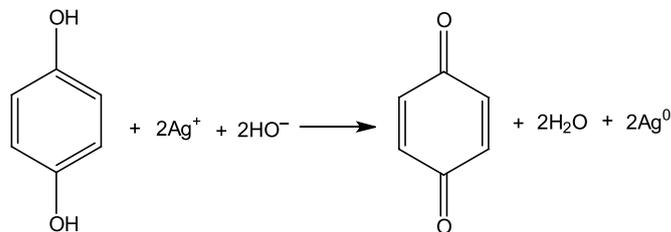


Figura 7: Reação química de redução da prata pela hidroquinona na revelação do filme.

As substâncias empregadas no revelador são ativas, provocando o escurecimento da película, o que pode ser evitado pelo emprego de brometo de potássio (KBr), agindo como limitador. Como o revelador tem grande afinidade pelo oxigênio, resultando em uma rápida oxidação, essa reação é retardada ou inibida pela adição de sulfito de sódio (Na_2SO_3), o qual oxidará primeiro (Figura 8), agindo como uma substância protetora.

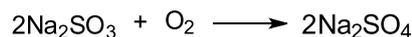


Figura 8: Reação química de oxidação do sulfito de sódio.

A solução fixadora tem a finalidade de dissolver os sais de prata que não foram sensibilizados pela radiação e reduzidos pelo revelador, e o tiosulfato de sódio é quem desempenha essa função (Greenfield, 1956).

Outra função do fixador é endurecer a gelatina da emulsão, para que a radiografia fique resistente, em condições de manipulação para o uso do profissional. O ácido acético é empregado a fim de evitar contaminação com remanescentes do revelador, que porventura ainda estejam presentes no filme. Resumidamente, o processamento radiográfico manual envolve os seguintes procedimentos: imersão do filme na solução reveladora, lavagem intermediária, imersão do filme na solução fixadora, lavagem final e secagem (Pistóia *et al.*, 2004).

Sabemos que as imagens obtidas através desse processo são de extrema importância na prática odontológica. De grande valia na rotina dos dentistas, e para benefício dos pacientes, é também o controle da dor. Por isso, no tópico a seguir tratamos da importância e da química dos anestésicos locais utilizados pelos dentistas.

A química da anestesia local

Com o emprego de substâncias químicas que auxiliam na diminuição ou bloqueio da sensação dolorosa, hoje não precisamos temer a dor durante os procedimentos realizados pelo dentista. Isso porque o profissional tem à disposição os anestésicos locais, que agem durante os procedimentos até para não sentirmos a agulha injetando o líquido.

O dentista americano Horace Wells, em 1844, foi um dos pioneiros no estudo do controle da dor, ao utilizar como anestesia a aplicação do gás hilariante ou óxido nitroso (N_2O). Em 1846, o dentista Thomas Green Morton utilizou pela primeira vez o éter etílico ($CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$) em cirurgia, no *Massachusetts General Hospital* (Rosenthal, 2001).

A cocaína ($C_{17}H_{21}NO_4$) foi o primeiro anestésico local descrito na literatura. Ela foi isolada em 1860 pelo químico alemão Albert Niemann, a partir de folhas de *Erythroxylum coca* ou de *Erythroxylum truxillense* (nativas da Bolívia e do Peru), que provocam dormência na língua ao serem mastigadas. Sigmund Freud estudou suas ações farmacológicas e, em 1884, o oftalmologista austríaco Carl Koller usou a cocaína como anestésico local (Cabral e Furtado, 2014).

Rosenthal (2001), de acordo com os escritos de Neder e Peach (1977), afirma que a procaína ($C_{13}H_{20}N_2O_2$) foi o anestésico mais utilizado até 1943, quando Nils Lofgren sintetizou a lidocaína ou xilocaína ($C_{14}H_{22}N_2O$). Segundo Bennet (1984), outro anestésico local muito conhecido é a mepivacaína ($C_{15}H_{22}N_2O$). Os anestésicos citados estão representados na Figura 9.

Há casos em que a anestesia local precede uma restauração, para que o dente tenha sua função e estética recuperadas. Isso quer dizer que, assim como os anestésicos são de uso comum na odontologia, os materiais restauradores também

o são. Nesse sentido, destacamos a seguir a composição química de alguns destes materiais.

Materiais restauradores

O amálgama foi um dos materiais mais utilizados na odontologia restauradora, e ainda tem sua utilização difundida. É uma liga composta de vários metais, como prata (Ag), estanho (Sn) e mercúrio (Hg), sendo que este último corresponde a aproximadamente 43% da sua formulação (Craig e Powers, 2004). São características desse material: resistência ao desgaste, fácil manuseio e durabilidade, com alguma desvantagem estética – devido à coloração cinza – e da não adesividade, o que impulsionou o surgimento de novos materiais para restauração (Do Valle, 2001), como as resinas.

Apesar de haver controvérsias sobre o uso de amálgama contendo mercúrio, e ainda que outros materiais tenham sido desenvolvidos, o amálgama continua sendo muito utilizado na prática odontológica. Segundo Anusavice, Shen e Rawls (2013), a maior parte dessas controvérsias tem origem na conhecida e possível toxicidade do mercúrio presente nas restaurações de amálgama.

As resinas acrílicas à base de polimetilmetacrilato (PMMA) são compostos orgânicos classificados como polímeros, fornecidas como sistema pó/líquido. Elas surgiram entre 1937 e 1940 e sua versatilidade se dá graças à biocompatibilidade, ausência de sabor e odor, boa capacidade de polimento, aparência agradável e simplicidade técnica. As resinas podem ser classificadas conforme sua polimerização: resina acrílica ativada quimicamente, ativada termicamente e fotoativada (Camacho *et al.*, 2014).

Estão disponíveis no mercado os Cimentos de Ionômero

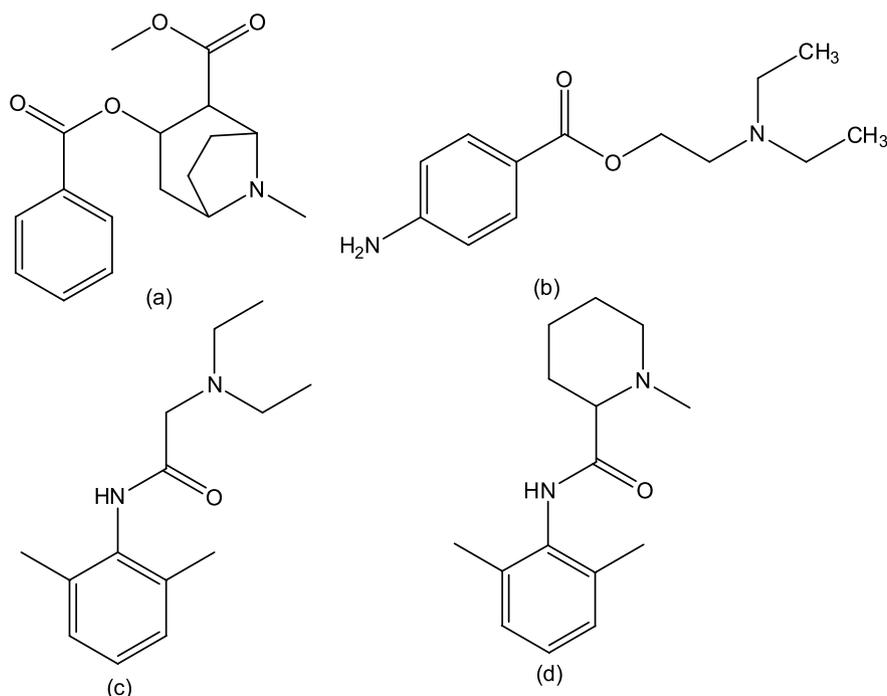


Figura 9: Fórmulas estruturais dos anestésicos cocaína (a), procaína (b), lidocaína (c) e mepivacaína (d).

de Vidro (CIV), em versões diferentes. O CIV convencional pode se apresentar na forma de pó e líquido. O pó contém sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3) e fluoreto de cálcio (CaF_2), e o líquido possui o ácido policarboxílico sob a forma de copolímero com outro ácido, como o ácido tartárico (Figura 10). Quando misturados, pó e líquido formam um sal hidratado, que atua na ligação entre as partículas de vidro (Bacchi *et al.*, 2013).

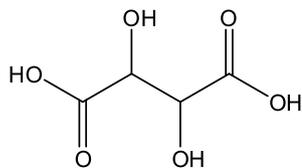


Figura 10: Fórmula estrutural do ácido tartárico.

Os CIV têm sido largamente utilizados na dentística restauradora, devido a suas propriedades, tais como: adesão à estrutura dentária, estética razoável, biocompatibilidade e liberação de flúor (Dominguez, 1997).

Também pode ser citada a cerâmica dental, cerâmica odontológica ou porcelana dental, conhecida por sua excelência em reproduzir artificialmente os dentes naturais. No século XVIII, ela foi empregada pela primeira vez na odontologia, como dente artificial para próteses totais. A partir do século XX, a cerâmica passou a ser utilizada para confeccionar restaurações e suas propriedades têm apresentado rápida evolução, agregada a diversos materiais, a fim de suprir as necessidades estéticas que são cada vez mais exigidas pela sociedade moderna (Gomes *et al.*, 2008).

Segundo Garcia *et al.* (2011), entre os diferentes tipos de cerâmicas utilizadas na odontologia está a cerâmica feldspática, constituída principalmente de sílica (SiO_2) e feldspato de potássio ($\text{K}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) ou feldspato sódico ($\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$). Essas cerâmicas podem ser classificadas em: alta fusão ($>1.300^\circ\text{C}$); média fusão (1.101 a 1.300°C); baixa fusão (850 a 1.100°C); e ultra-baixa fusão (650 a 850°C).

Dentre outros materiais, também podem ser citados o eugenol ($\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_2$) e o óxido de zinco (ZnO), utilizados na obtenção de cimentos empregados na dentística, para restauração e cimentação provisória, e na endodontia, para a obturação de canais radiculares. Geralmente, esses cimentos são apresentados na forma de um pó e um líquido, ou duas pastas (Stankiewicz *et al.*, 2000).

O tipo de material restaurador e sua adequação para cada caso é domínio do dentista. Dominguez (1997) ressalta que vários fatores interagem para determinar a longevidade de uma restauração, como a higiene do paciente e as propriedades físico-químicas do material.

Ao citarmos a estética, não podemos deixar de fazer referência ao clareamento dental, procedimento muito requisitado por pacientes em busca de um sorriso mais branco. Souto (2006) explica que o sucesso do clareamento depende diretamente da causa do escurecimento do dente, do correto diagnóstico e da seleção adequada da técnica utilizada. Existem basicamente duas técnicas para clareamento dental:

uma realizada no consultório, utilizando-se peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou peróxido de carbamida [$(\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}_2$] em altas concentrações, em conjunto com calor ou luz, fornecendo energia à reação química que resulta na remoção dos pigmentos dos dentes; a outra técnica pode ser realizada pelo paciente, em casa, sob supervisão do profissional, utilizando moldeira de acetato (copolímero de etileno e acetato de vinila) contendo peróxido de carbamida em concentrações mais baixas.

Os agentes clareadores, baseados em soluções de peróxidos, possuem baixo peso molecular, o que permite sua adsorção devido a porosidades dos tecidos dentais. O clareamento dental é um processo de oxidação de cadeias moleculares, fragmentando-as e permitindo que reflitam a luz, dando aspecto mais claro ao dente.

A temática "química na odontologia" e o ensino

A contextualização no ensino é motivada pelo questionamento do que os estudantes precisam saber de química para exercer melhor sua cidadania. Portanto, os conteúdos a serem abordados em sala de aula precisam ter significação humana e social. Uma das maneiras de promover esta significação é a abordagem temática, e o tema escolhido deve permitir o estudo da realidade (Marcondes, 2008). Nesse sentido, a abordagem de temáticas no ensino de química visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem, e contribuir para a formação do caráter cidadão dos alunos (Braubante e Pazinato, 2014).

A utilização de temáticas vem sendo explorada no ensino para abordar conteúdos de química de forma contextualizada. Destacamos Trevisan (2012), que utilizou a temática "saúde bucal" como possibilidade para trabalhar conteúdos de química no ensino médio. A fluorose e a cárie são exemplos de problemas abordados pela autora para explorar tais conteúdos.

Nessa perspectiva, pensamos na utilização de temáticas no ensino de química como forma de favorecer a aprendizagem que não se limite ao conteúdo teórico fechado em si mesmo e a sua mera reprodução por parte dos estudantes. Referimo-nos à aprendizagem que permita aos estudantes enxergarem a química que os cerca, em sua vida particular e em sociedade, contribuindo para ampliar sua visão sobre o mundo do qual fazem parte.

Ao apresentarmos a "química na odontologia" como temática, buscamos explorar conteúdos químicos a partir da prática odontológica e utilizamos a odontologia como ponte para orientação em saúde bucal, considerando esta como um Tema Químico Social importante para a formação cidadã dos estudantes.

Temas Químicos Sociais (TQS) envolvem conceitos da química e têm potencial para discussão de diferentes aspectos. Eles desempenham papel fundamental no ensino de química para a formação cidadã, pois propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do estudante (Vogel e Mari, 2014).

Nesse sentido, o desenvolvimento de ações e atividades

a partir da temática “química na odontologia” pode fazer da escola um espaço propício para a conscientização dos estudantes sobre suas atitudes e hábitos pessoais. O professor é, portanto, quem pode – e deve – direcionar as relações entre o conhecimento específico da disciplina que leciona e a área da saúde.

A temática “química na odontologia” apresenta um leque de possibilidades para a abordagem de conteúdos no Ensino Médio. A partir de problemas comuns de saúde bucal, como a cárie e a erosão dental, o professor pode explorar diferentes conhecimentos químicos, a exemplo dos trabalhos de Trevisan (2012) e Sampaio (2014), os quais abordaram a cárie, e de Storgatto e Barin (2013) e Storgatto *et al.* (2014), abordando a erosão dental. O mesmo pode ser feito admitindo-se como ponto de partida o processamento radiográfico, os anestésicos ou os materiais restauradores. Algumas relações entre conteúdos e temáticas propostas são apresentadas no Quadro 1.

O conteúdo de pH pode ser abordado em diversos tópicos da temática proposta, tais como cárie e erosão dental, e processamento radiográfico odontológico. A verificação e comparação de valores de pH em diferentes bebidas, em amostras de soluções reveladoras e fixadoras utilizadas no processamento radiográfico odontológico, utilizando fita universal ou indicadores de pH, é uma estratégia que pode ser utilizada em atividades experimentais relativamente simples.

O professor pode montar “kits” contendo suportes para tubos de ensaio e tubos com tampa para cada teste contendo a amostra. Assim, mesmo que a escola não disponha de um laboratório, a atividade pode ser realizada em sala de aula. A quantidade de resíduos deve ser minimizada, e os mesmos necessitam ser encaminhados para o tratamento e descarte corretos.

No Quadro 2, apresentamos alguns exemplos de reações químicas que podem ser exploradas a partir de materiais de fácil aquisição utilizados na prática odontológica.

Salientamos que as aulas e atividades propostas neste trabalho são apenas algumas sugestões para a abordagem de conteúdos curriculares de química através da temática “química na odontologia”. A temática não se limita às

abordagens sugeridas, pois a prática odontológica abrange uma ampla variedade de possibilidades nesse sentido. Cabe ao professor, conforme as condições com as quais se depara na escola e de acordo com sua organização e planejamento, a decisão de como trabalhar nessa perspectiva.

Consideramos também ser oportuna a sugestão de efetuar uma atividade experimental associada a uma palestra ministrada por um profissional da área de odontologia. O dentista pode apresentar macromodelos para explicar uma forma adequada de escovação e uso do fio dental. Esse pode ser, para os estudantes, um momento de sanar dúvidas específicas, as quais vão além do alcance do professor de química e podem tranquilamente ser respondidas pelo profissional.

Considerações finais

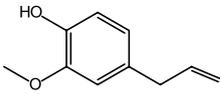
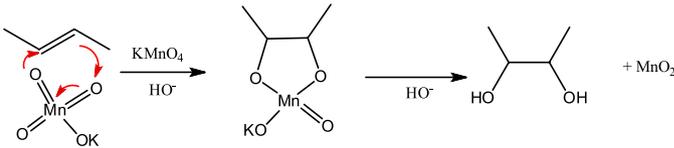
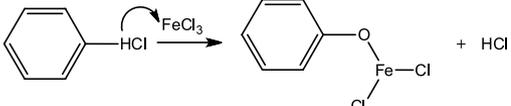
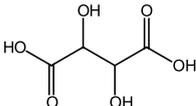
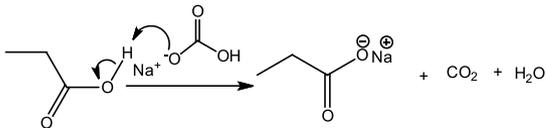
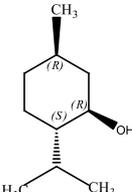
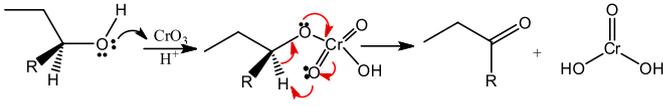
Desde os tempos mais remotos, ainda que de maneiras muito diferentes, o ser humano mostra preocupação com a higiene da boca. Hoje, a odontologia é a área da saúde que nos propicia segurança através de profissionais habilitados para tratar da saúde bucal, nos mais diversos casos. Os avanços na área, em prol da qualidade de vida dos pacientes, têm relação direta com a química. Procuramos evidenciar algumas dessas relações neste trabalho.

Uma simples consulta ao dentista pode nunca ter sido percebida pelo estudante como algo além de uma experiência do cotidiano, mas ela é, de fato, “cercada de química por todos os lados”. Isso pode ser explorado pelo professor a partir de alguns materiais utilizados pelos dentistas, bem como de problemas comuns de saúde bucal, como os que foram sugeridos neste trabalho, oferecendo ao estudante um novo ponto de vista para a compreensão de vários conteúdos químicos.

Assim, acreditamos que a “química na odontologia” é uma temática que pode contribuir para a formação dos estudantes, tanto na aprendizagem e aplicação de conteúdos químicos quanto em aspectos sociais. Conforme apresentamos, os conteúdos das três séries do ensino médio podem ser explorados utilizando-se essa temática como ponto de partida. Quanto aos aspectos sociais, os estudantes podem

Quadro 1: Possibilidades de relações entre conteúdos e a temática.

Tópicos da temática	Sugestões de conteúdos abordados
Cárie e Erosão dental	- Equilíbrio químico - Ácidos carboxílicos/nomenclatura/ isomeria - pH/ácidos/bases/indicadores - Soluções: conceitos de soluto e solvente, concentração em massa, diluição
Processamento radiográfico odontológico	- pH/ácidos/bases/sais/indicadores - Reações de oxirredução - Grupos funcionais/estrutura/nomenclatura
Anestésicos	- Grupos funcionais/estrutura/nomenclatura
Materiais restauradores	- Características dos metais - Sais e óxidos (nomenclatura) - Grupos funcionais/estruturas/nomenclatura - Polímeros e reações de polimerização

Amostra e grupos funcionais	Aplicações na odontologia	Reações químicas gerais de identificação de grupos funcionais
<p>Eugenol (C₁₀H₁₂O₂) Óleo essencial do cravo</p>  <p>- Olefina - Fenol</p>	Restaurações provisórias e obturação de canais radiculares	 
<p>Líquido viscoso do CIV, contendo ácido tartárico</p>  <p>- Ácido carboxílico</p>	Restaurações	
<p>Mentol (C₁₀H₂₀O) Constituinte do óleo essencial da hortelã</p>  <p>- Álcool</p>	<p>Materials para higiene bucal, como os enxaguatórios</p>	

ser conscientizados sobre hábitos de dieta e higiene, tendo, assim, condições de levar a familiares e amigos a ideia de zelar pela saúde bucal.

Greyce Arrua Storgatto (greycestorgatto@gmail.com), formada em Química – Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Santa Maria e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, na mesma instituição. Santa Maria, RS - BR. **Mara Elisa Fortes Braibante** (maraefb@

gmail.com), formada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Doutora em Ciências (Química Orgânica) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professora titular do Departamento de Química da UFSM e coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), subprojeto Química – UFSM. Santa Maria, RS – BR. **Hugo T. Schmitz Braibante** (hugo09@gmail.com), formado em Química Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), professor do Departamento de Química da UFSM, atua na área de síntese orgânica. Santa Maria, RS - BR.

Referências

- ALVES, L. S. Avaliação Longitudinal do Selamento de Dentina Cariada em Lesões Profundas de Cárie. 2009. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica com ênfase em Dentística/Cariologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- ANDRADE JUNIOR, A. C. C.; ANDRADE, M. R. T. C.; MACHADO, W. A. S.; FISCHER, R. G. Estudo *in vitro* da abrasividade de dentifrícios. Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo, v. 12, n. 3, p. 231-236, 1998.
- ANUSAVICE, K. J.; SHEN, C.; RAWLS, H. R. Phillips – Materiais Dentários. 12ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- BACCHI, A.C.; BACCHI, A.C.; ANZILIERO, L. O cimento de

ionômero de vidro e sua utilização nas diferentes áreas odontológicas. Perspectiva, v. 37, n.137, p. 103-114, 2013.

BENNET, C. R. Monheim - Anestesia local e controle da dor na prática dentária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984.

BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; PAZINATO, M. S. Retroprojeto como Bancada de Laboratório de Química. Santa Maria: Pallotti, 2010.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; O ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. Ciência e Natura, v. 36, Ed. Especial II, p. 819-816, 2014.

CABRAL, A. M.; FURTADO, D. P. Farmacologia dos Anestésicos Locais. In: PRADO, R.; SALIM, M. A. A.; SOUZA, B. B. (Col.). Anestesia Local e Geral na Prática Odontológica. Rio de Janeiro: Rubio Ltda, 2014.

- CAMACHO, D. P.; SVIDZINSKI, T. I. E.; FURLANETO, M. C.; LOPES, M. B.; CORRÊA, G. O. Resinas Acrílicas de Uso Odontológico à Base de Metilmetacrilato. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, Maringá, v. 6, n. 3, p. 63-72, 2014.
- CARDOSO, A. C. Atlas Clínico da Corrosão, do Esmalte e da Dentina – Diagnóstico e Tratamento. São Paulo: Quintessence Editora Ltda, 2007.
- CRAIG, R. G.; POWERS, J. M. Materiais dentários restauradores. 11ª ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2004.
- DO VALLE, V. M. F. Amálgama dental: Presente e Futuro. 2001. Monografia (Especialização em Dentística Restauradora) - Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia, Florianópolis, 2001.
- DOMINGUEZ, M. S. Liberação de Flúor pelo Cimento de Ionômero de Vidro. 1997. Monografia (Especialização em Odontopediatria) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.
- FUCK, G. D. B. Erosão Dental: Diagnóstico e Tratamento. 2011. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2011.
- GARCIA, L. F. R.; CONSANI, S.; CRUZ, P. C.; PIRES DE SOUZA, F. C. P. Análise crítica do histórico e desenvolvimento das cerâmicas odontológicas. *Revista Gaúcha de Odontologia*, Porto Alegre, v. 59, p. 67-73, jan./jun., 2011.
- GREENFIELD, L. Técnica Radiológica Dentária e Interpretação das Películas Buco-Dentárias. Rio de Janeiro: Científica, 1956.
- GUERRA, N. de O. M. Avaliação da dose na tireóide e nas glândulas salivares em radiologia odontológica utilizando dosimetria termoluminescente. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.
- HELFMAN, M. Chemical Aspects of Dentistry. *Journal of Chemical Education*, v. 59, n. 8, p. 666-668, 1982.
- KLEINA, M. W.; COELHO-DE-SOUZA, F. H.; KLEIN-JÚNIOR, C. A.; PIVA, F. A. Remoção da Dentina Cariada na Prática Restauradora – Revisão da Literatura. *Revista Dentística on line* – ano 8, n. 18, p. 15-23, 2009.
- LECHNER, B.; RÖPER, S.; MESSERSCHMIDT, J.; BLUME, A. MAGERLE, R. Monitoring Demineralization and Subsequent Remineralization of Human Teeth at the Dentin-Enamel Junction with Atomic Force Microscopy. *ACS Applied Materials & Interfaces*, v. 7, n. 34, p. 18937-18943, 2015.
- LEITES, A. C. B. R.; PINTO, M. B.; SOUZA, E. R. Aspectos Microbiológicos da Cárie Dental. *Salusvita*, Bauru, v. 25, n. 2, p. 239 - 252, 2006.
- MADEIRA, M. C. Anatomia do dente. 5ª ed. São Paulo: Sarvier, 2007.
- MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Revista Em extensão*, v. 7, p. 67-77, 2008.
- PEREIRA, T. B.; SOUSA, F. B. Dissecção de lesões cariosas: nova técnica de estudo histopatológico tridimensional. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, v. 16, n. 2, p. 151 – 156, 2002.
- PISTÓIA, G. D.; CERPA, G.; PISTÓIA, A.D.; NETO, M. M., KAIZER, M. da R. A Imagem Latente e a Química do Processamento Radiográfico. *Saúde*, v. 30, p. 12 – 20, 2004.
- ROSENTHAL, E. A Odontologia no Brasil no Século XX – História Ilustrada. 1ª ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2001.
- SILVA, R. R.; FERREIRA, G. A. L.; BAPTISTA, J. A.; DINIZ, F. V. A Química e a conservação dos Dentes. *Química Nova na Escola*, n. 13, p. 3-8, 2001.
- SAMPAIO, F. C. Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico: proposta de situação de ensino e aprendizagem em química. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2014.
- SOUTO, C. M. C. Avaliação da influência de ingestão de bebidas corantes em diferentes tempos na estabilidade do clareamento dental: análise de fotoreflexância. 2006. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2006.
- STANKIEWCZ A.; COLOMBELLI, C. M.; GONÇALVES, T. S.; FORTES, C. B.B.; MUNERATO, M. C.; SAMUEL, S. M. W. Avaliação das propriedades do cimento de óxido de zinco e isoeugenol. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, v. 42, n. 2, p. 14-20, 2000.
- STORGATTO, G. A.; BARIN, C. S. Erosão dental por dieta ácida: uma abordagem da saúde bucal no ensino médio. In: Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, 33., 2013, Ijuí. Anais eletrônicos do 33º EDEQ. Ijuí: Unijuí, 2013.
- STORGATTO, G. A.; BRAIBANTE, M. E. F.; DURAND, A. M. Saúde Bucal e Minerais: investigando o processo de erosão dental. In: XXI Encontro de Química da Região Sul, 2014, Maringá. Anais eletrônicos do XXI SBQ Sul. Maringá: UEM, 2014.
- TREVISAN, M. C. Saúde Bucal como Temática para um Ensino de Química Contextualizado. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- VOGEL, M.; MARI, C.F. A experimentação no Ensino de Química: Conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E. SILVA, E. (Org.). Tópicos em ensino de Química. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

Abstract: *Chemistry in dentistry.* Either by pain, sensitivity or for a routine dental checkup, certainly a dentist appointment was or will be required for any of us. Upon entering the dental office - where even the smell is typical – can we realize “if” and “how” chemistry is there? From this question, this paper presents “chemistry in dentistry” as a theme to explore chemical contents and its relations with oral health. Dentistry, through the hands of professionals, is closely linked to our oral health and bears a rich chemistry content in its history and practice. From this perspective, we present the link “chemistry-dentistry” by means of common oral health problems, the chemistry involved in dental X-ray film processing, local anesthetics and restorative materials. We also present proposals of activities for chemistry teaching within this theme.

Keywords: chemistry teaching, dentistry, oral health.



Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química

Esteban Lopez Moreno e Stephany Petronilho Heidelmann

Neste trabalho, exploramos alguns recursos instrucionais para o ensino de Química, em especial aqueles que possibilitam ao docente desenvolver uma variedade de atividades com suporte tecnológico, considerando as demandas e interesses de seus alunos. Para selecionar os recursos aqui tratados, estabelecemos como critérios o custo, a facilidade para a utilização e aplicação em sala de aula pelo professor do Ensino Médio. Os recursos instrucionais eleitos foram caracterizados conforme suas principais funcionalidades.

► ensino e aprendizagem de Química, tecnologias computacionais, aplicativos educacionais de Química ◀

12

Recebido em 26/02/2016, aceito em 20/05/2016

Em termos tecnológicos, nossa sociedade mudou substancialmente nas últimas décadas. Não apenas os computadores passaram a fazer parte, de maneira quase onipresente, do espaço escolar ou das residências, como também os *smartphones* invadiram as mãos de alunos e professores. Não obstante, frequentemente esses aparelhos representam uma preocupação a mais dentro do já difícil contexto educacional do professor. Um dos desafios deste novo milênio, abordado no presente trabalho, é atrelar à prática escolar o uso das novas Tecnologias de Informação e Comunicação, ou TICs.

Diversos resultados promissores do uso de TICs já foram constatados na literatura científica (Balanskat, 2006; Osborne e Hennessy, 2003). Uma pesquisa publicada em 2012 sobre o uso de TICs nas escolas brasileiras revelou que o acesso à internet se encontra disponível para 92% dos professores

Como resultado de nossa experiência com a disciplina Estratégias e Recursos Instrucionais Inovadores no Ensino de Química, ministrada no Mestrado em Ensino de Química da UFRJ (PEQUI), e tendo como público-alvo os professores das escolas públicas, neste trabalho selecionamos alguns recursos instrucionais inovadores que tiveram maior destaque e foram caracterizados conforme suas principais funcionalidades e facilidades para utilização em sala de aula de Química. Esses aplicativos não são direcionados exclusivamente à Química, mas foram avaliados e testados como tendo uso promissor para esse contexto.

que lecionam em escolas públicas, e 95% dos que lecionam em escolas particulares (Cetic, 2012). Conforme investigamos anteriormente, em geral os professores de Química fazem uso frequente das ferramentas disponíveis na internet, porém sua utilização é focada em redes sociais, pesquisa em motores de busca e *download* de materiais (Rolando *et al.*, 2015). A despeito das grandes inovações não só em termos tecnológicos, mas também pedagógicos, em especial no que concerne às chamadas metodologias ativas de ensino e aprendizado, os professores em

sua prática diária ainda utilizam quase exclusivamente os métodos tradicionais de ensino (Bireaud, 1995; Maldaner, 2000; Trevisan e Martins, 2006).

Uma das formas de superar esse desafio é incluir as TICs na formação inicial ou continuada dos professores. No âmbito do ensino da Química, hoje em dia há várias ferramentas direcionadas aos professores que podem ser utilizadas em sala de aula, a exemplo do que foi publicado por Michel *et al.* (2004) para sítios educacionais. Como resultado de nossa experiência com a disciplina Estratégias

A seção "Educação em Química e Multimídia" tem o objetivo de aprimorar o leitor das aplicações das tecnologias comunicacionais no contexto do ensino-aprendizagem de Química.

e Recursos Instrucionais Inovadores no Ensino de Química, ministrada no Mestrado em Ensino de Química da UFRJ (PEQUI), e tendo como público-alvo os professores das escolas públicas, neste trabalho selecionamos alguns recursos instrucionais inovadores que tiveram maior destaque e foram caracterizados conforme suas principais funcionalidades e facilidades para utilização em sala de aula de Química. Esses aplicativos não são direcionados exclusivamente à Química, mas foram avaliados e testados como tendo uso promissor para esse contexto.

Crítérios para a seleção

Os aplicativos foram selecionados tendo professores do Ensino Médio como público alvo, o que exclui diversos aplicativos acadêmicos importantes. Para manter o foco, tomamos como referência os seguintes critérios:

- **Facilidade:** um aplicativo, para ter ampla aceitação por estudantes e professores, deve ter interface intuitiva e dinâmica, e acesso simples.
- **Flexibilidade:** o aplicativo deve ser compatível com as principais opções de equipamentos disponíveis em sala, de forma que a existência de diferentes sistemas operacionais não seja um fator limitador.
- **Custo zero ou reduzido:** considerando a realidade do ensino brasileiro, nenhum dos aplicativos pode ter custo em suas funções essenciais, mantendo, em sua opção gratuita, a capacidade de prover soluções de ensino. Cus-

tos adicionais podem ser incluídos para funcionalidades avançadas prescindíveis ao professor.

- **Organização:** o material deve, preferencialmente, apresentar ferramentas que possibilitem recursos como personalização de materiais, compartilhamento entre usuários, importação e exportação de notas.

Praticamente todos os aplicativos selecionados têm versões disponíveis nos três principais sistemas operacionais, *i.e.*: *Windows*, *iOS* e *Android*. Aplicativos como *blogs* e as redes sociais, como o *Facebook*, não são abordados neste trabalho, uma vez que foram objeto de investigação de diversos autores (Patrício e Gonçalves, 2010; Barro *et al.*, 2008).

Buscando uma classificação geral dos recursos selecionados, foi elaborada uma sequência de legendas de identificação das funcionalidades, conforme a Tabela 1.

Aplicativos selecionados e comentários

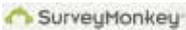
Uma das opções mais funcionais para o professor é o uso de formulários que permitem contribuir para a avaliação metodológica e de aprendizagem. Na Tabela 2 selecionamos os aplicativos que atualmente têm funcionalidades mais favoráveis ao professor.

Todos os formulários de pesquisa oferecem boas opções de personalização, como, por exemplo, inserção de figuras, textos para descrições, diferentes opções de respostas, como múltipla escolha, caixa de texto e verdadeiro ou falso, entre

Tabela 1: Legenda das funcionalidades

Legenda	Sigla	Descrição da função
Base de dados	BD	Armazena planilhas de resultados e atividades criadas/modificadas.
Importação/exportação em formato texto ou planilha	IE	Importa e/ou exporta arquivos em formato de texto e/ou planilha editável.
Interação virtual	IV	Possibilita a interação entre os participantes, promovendo ambientes de colaboração, trocas e desenvolvimento mútuo.
Alteração do idioma	AI	Disponibiliza versões em português e/ou espanhol.
Personalização de materiais	PM	Personalização de materiais como vídeos, áudio e <i>flips</i> , e sua posterior divulgação.
Compartilhamento de materiais	CM	Compartilha materiais via ferramentas que permitem trocas entre usuários e, em alguns casos, não usuários do <i>software</i> .
Funcionalidades pagas	FP	Desenvolve algumas funcionalidades e versões mais avançadas, vinculadas a pagamento de taxas.
Extensões móveis	EM	Disponível em aparelhos móveis.

Tabela 2: Aplicativos para criação de formulários de pesquisa on-line.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
	pt.surveymonkey.com	BD IE AI PM CM FP EM
	www.socrative.com	BD IE IV AI PM CM EM
	www.google.com/forms	BD IE AI PM CM EM

outras. Todos os aplicativos disponibilizam, na área exclusiva para o professor, formas de acompanhar o desenvolvimento das respostas, seja de forma geral, como o resultado de uma turma, seja por meio de avaliações individuais.

As três ferramentas possibilitam a utilização de suas funcionalidades em dispositivos móveis. O *SurveyMonkey* se destaca nesse sentido, por ser o único que exibe ao educador os resultados sob forma de gráficos, sem precisar recorrer à instalação de *plug-ins* ou à exportação para outros programas. Por outro lado, o *SurveyMonkey* só permite a criação gratuita de 10 questionários por usuário inscrito. Dessa forma, caso o docente deseje um número maior de materiais, deverá adquirir um pacote pago ou utilizar novos usuários.

Além das funcionalidades usuais, o *Formulários Google* tem uma característica única e de especial interesse para o ensino, que é a possibilidade de programar a pergunta ao aluno conforme a resposta anterior. Isso o torna um formulário mais interativo, e com possibilidade de aplicação como jogo. O *Formulários Google* é, de longe, o mais popular entre os professores, e faz parte de um conjunto de aplicativos da *Google Inc.*, como o *Google Drive*, o *Google Agenda* e o *Google Hangouts*. Todos têm muito a contribuir com a dinâmica do ensino, dentro e fora da sala de aula.

Não obstante o potencial dos dois formulários *on-line* supracitados, o *Socrative* tem uma vantagem notável: ele pode ser usado para realizar uma votação interativa dinâmica com a turma, na forma de uma corrida. Conforme as respostas corretas são postadas pelos participantes de cada equipe, uma imagem representativa avança em um painel que pode ser projetado em tempo real na sala de aula. Há aplicativos comerciais relativamente caros que são comprados para esse fim; o *Socrative* tem praticamente a mesma funcionalidade sem custos diretos.

Não faltam outras boas opções de recursos para a criação de questionários *on-line*, entre as quais destacamos: *SurveyGizmo*, *SurveyTool*, *Survata*, *Qualtrics* e *Questback*. Em todos os casos, é possível usar os questionários fora do ambiente dos aplicativos ou do sítio da internet, por meio de um *link* compartilhável em redes sociais, por exemplo.

Em diversos momentos do processo de ensino de Química é necessário tornar mais visuais conceitos, modelos e representações-chave para o desenvolvimento cognitivo dos alunos acerca dessa ciência. É nessa perspectiva que os aplicativos *BKChem.org*, *ChemSketch* e *Avogadro* se propõem a auxiliar os docentes na construção e representação estrutural de fórmulas químicas e moléculas.

Estes três aplicativos permitem representar estruturalmente moléculas e seus diferentes tipos de ligações, bem como destacar alguns de seus átomos. Além disso, possuem ferramentas de otimização da estrutura criada pelo utilizador e de rotação de moléculas em 3D.

Tanto no *BKChem* quanto no *ChemSketch* é possível representar reações químicas; o *Avogadro*, entretanto, se restringe à estrutura de moléculas. O *ChemSketch* oferece a facilidade de, ao criar a estrutura molecular, obter sua nomenclatura, fórmula e massa molar. Além disso, é possível copiar a estrutura criada no *ChemSketch* e colar no *Microsoft Word*, sem precisar salvar uma versão no *software*. Caso seja necessária a edição da estrutura inserida no *Microsoft Word*, basta clicar duas vezes sobre ela: automaticamente, o usuário será redirecionado ao programa de origem.

O *ChemSketch* e o *Avogadro* se sobressaem pelas diversas possibilidades de representação molecular, tornando a estética um de seus pontos fortes. O *ChemSketch* permite trabalhar também com orbitais e interações entre eles, identificação de carbonos quirais e rotações R ou S, além de diversas opções de modelos prontos, como *kits* de laboratório e estruturas geométricas, e usar a ferramenta de busca para encontrar sítios que apresentem informações sobre a estrutura.

O aplicativo *Avogadro* se destaca pela grande variedade de representações estruturais, bem como pelas funcionalidades que podem ser adicionadas, como geometria molecular, cálculo de energia e massa molecular, hibridações, ângulos de ligação, forças de Van der Waals, ligações de hidrogênio e arranjos cristalinos em aglomerados moleculares.

Os três aplicativos cumprem a função de auxiliar o docente na elaboração de fórmulas e estruturas moleculares. Entretanto, o *BKChem* difere dos demais por apresentar as opções mais básicas, sendo, talvez, de mais fácil utilização por esse motivo.

Os mapas conceituais têm se tornado cada vez mais utilizados como meio para fomentar a apreensão dinâmica do conhecimento (Trindade e Hartwing, 2012). Há inúmeras opções gratuitas e interessantes que permitem ir bem além de conectar textos com setas e balões. Os três recursos citados na Tabela 4 receberam o nosso destaque.

O *GoConqr* permite acesso apenas pelo sistema *Android*, ou como *plug-in* no navegador, e tem a desvantagem de limitar a versão gratuita à criação de apenas 3 disciplinas e 20 recursos. No entanto, apresenta algumas importantes distinções, como os recursos de *flashcards*, enquetes e notas

Tabela 3: Aplicativos para edição de fórmulas químicas e moléculas.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
 BKChem.org	bkchem.zirael.org	AI PM
 ChemSketch	chemsketch.en.softonic.com	PM
 Avogadro	avogadro.softonic.com.br	PM

Tabela 4: Aplicativos para a criação de mapas conceituais.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
	www.goconqr.com/pt-BR	BD IV AI PM CM FP EM
	popplet.com	BD PM CM FP EM
	play.google.com/store/apps/details?id=com.alarex.gred&hl=pt_BR	PM FP EM

on-line, que podem ser anexadas no mapa. Há ainda a possibilidade de criar grupos e disciplinas para acesso personalizado. O professor pode acompanhar o desenvolvimento da atividade e ter um retorno rápido de seus objetivos.

O *DroidDia* sobressai pela facilidade de manuseio e funcionalidades disponíveis na versão gratuita, que incluem compartilhamento no aplicativo *Whatsapp*, e uma grande variedade de materiais que podem ser inseridos nos mapas, incluindo um bom acervo de imagens de sua própria biblioteca. O *DroidDia* está mais bem adaptado para o uso em *tablets*, mas funciona bem como *plug-in* em qualquer computador pessoal.

Outra opção de considerável utilidade é o *Popplet*. Além de uma interface simples e dinâmica, ideal para os alunos, esse aplicativo prima pela qualidade dos recursos adicionais, como inserção de vídeos (*Vimeo* e *Youtube*) e ferramentas de desenho, além da possibilidade de inserir *links* de outros mapas conceituais. Há muitas opções de compartilhamento e facilidades para o trabalho cooperativo.

Há diversas outras boas opções para elaboração de mapas conceituais, como o *SimpleMind*, *Free Mind Mapping*, *Mindly*. Vale a pena investigar todas as possibilidades.

Ao longo dos últimos anos, as apresentações em *slides* vêm ganhando espaço nas propostas metodológicas em sala, representando uma ferramenta auxiliar importante, por vezes indispensável, para melhor visualização de conceitos

de Química durante as aulas. O *Power Point*, do pacote *Microsoft Office*, embora ainda utilizado em larga escala na produção de apresentações, tem perdido a hegemonia para concorrentes que oferecem funcionalidades semelhantes e mais atraentes, como é o caso do *Prezi* e *Nearpod* (Tabela 5).

O grande diferencial do *Prezi* consiste em sua dinâmica de *zoom in* e *zoom out* dentro de um único plano de fundo, usualmente uma imagem, revelando o conteúdo de forma visualmente cativante. Seu funcionamento é intuitivo e a versão gratuita permite um leque amplo de opções para o docente. Além disso, é possível importar arquivos em *Power Point* para servir como base para as edições, funcionalidade também disponível no *Nearpod*.

Um dos principais destaques do *Nearpod* é o recurso de o professor compartilhar as apresentações nos dispositivos dos alunos, sejam *tablets* ou *smartphones*. O docente define a velocidade e a ordem de exibição do material, bem como as páginas a que cada turma terá acesso. Um grande diferencial adicional é que, ao longo das apresentações, é possível adicionar formulários de perguntas com respostas em múltipla escolha para atestar a compreensão dos alunos, o que ainda não é possível no *Prezi* ou *Powerpoint*, além de desenhos e pequenos textos.

O professor tem acesso às respostas dos alunos em tempo real em sua plataforma. Entre as limitações do *Nearpod* estão a capacidade máxima de 30 alunos por turma e o limite de 50MB para armazenamento. Ainda assim, a ferramenta

Um dos principais destaques do *Nearpod* é o recurso de o professor compartilhar as apresentações nos dispositivos dos alunos, sejam *tablets* ou *smartphones*. O docente define a velocidade e a ordem de exibição do material, bem como as páginas a que cada turma terá acesso. Um grande diferencial adicional é que, ao longo das apresentações, é possível adicionar formulários de perguntas com respostas em múltipla escolha para atestar a compreensão dos alunos, o que ainda não é possível no *Prezi* ou *Powerpoint*, além de desenhos e pequenos textos.

Tabela 5: Aplicativos para criação de apresentações.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
	prezi.com	BD AI PM CM FP EM
	nearpod.com	BD IE

recompensa o interesse na dinamização de apresentações e interação com os alunos.

Ponto chave na aprendizagem à distância ou semipresencial, os ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs) representam uma forma dinâmica e estruturada de estabelecer novos vínculos de aprendizado. A ferramenta mais utilizada para este fim é o *Moodle*, amplamente utilizado nas universidades brasileiras, mas praticamente inacessível para o professor das escolas públicas. Diversos outros AVAs mereceriam semelhante destaque, como o *Blackboard*, *e-Proinfo* e *Teleduc*, entre outros. Entretanto, esses AVAs padecem de uma grande burocratização de acesso para a realidade de nossas escolas. O *Edmodo*, contudo, é uma honrosa exceção (Tabela 6).

Com aparência semelhante ao *Facebook*, o *Edmodo* permite a criação de grupos privados, nos quais o docente pode postar mensagens, disponibilizar arquivos importados de diversos formatos, criar formulários de perguntas com diferentes padrões de resposta e fazer enquetes. Além disso, o aplicativo disponibiliza gratuitamente diversas formas de avaliar a atividade realizada pelos alunos e uma área para o acompanhamento do progresso geral.

O *Nearpod*, apresentado anteriormente, exibe também as características de um AVA, integrando a disponibilização de conteúdo, inserção de atividades, gerência de notas e ambiente colaborativo.

Uma plataforma que, ao longo de sua evolução, tornou-se um AVA, é o *Khan Academy*, que deveria merecer maior atenção por parte dos professores. Trata-se de um ambiente de aprendizagem que vai muito além de um repositório de vídeos, como muitos costumam supor. Um de seus principais diferenciais é o sistema de autogestão de aprendizado,

com dicas para o progresso, em uma interface “viciante”, segundo o depoimento dos professores com os quais o testamos na disciplina Estratégias e Recursos Instrucionais Inovadores no Ensino de Química. Até o momento, sua versão traduzida tem como foco a Matemática, que se constitui em um dos principais gargalos no aprendizado de Química. Nossa sugestão é de que o *Khan Academy* seja utilizado antes de o professor lecionar temas como concentração ou cálculo de pH, como forma de atualização ou como ferramenta diagnóstica.

Jogos e simulações, como na Tabela 7, são outras ferramentas que podem auxiliar o ensino de Química, pela possibilidade de trabalhar conceitos de forma lúdica e interativa.

Nessa perspectiva, o *PhET* permite não só o trabalho com diversas simulações interativas, a visualização de conceitos abstratos e aspectos microscópicos, como também possibilita ao usuário atuar na variação das condições do sistema em estudo. Nas simulações de Química, é possível encontrar boas opções para trabalhar os conceitos de acidez e basicidade, balanceamento de equações químicas, densidade, polaridade das moléculas, entre outros. Há também várias sugestões de planos de aula baseados nos aplicativos, apesar de nem todas estarem traduzidas para o português. Cabe ressaltar que o professor precisa estar atento à limitação do uso de simulações em função das concepções dos discentes a respeito da escala atômica (Noh e Scharmann, 1997).

Outro recurso meritório é o *Banco Internacional de Objetos Educacionais*. Organizado pelo Ministério da Educação do Brasil, esse portal oferece acesso gratuito a objetos de aprendizagem em vários formatos e em diversas

Outro recurso meritório é o Banco Internacional de Objetos Educacionais. Organizado pelo Ministério da Educação do Brasil, esse portal oferece acesso gratuito a objetos de aprendizagem em vários formatos e em diversas áreas do conhecimento. Na área de Química, encontram-se disponíveis mais de 1.700 recursos, que incluem áudios, vídeos, animações, imagens, experimentos, simulações e roteiros para aplicação dos recursos em sala de aula.

Tabela 6: Aplicativos para criação de ambientes virtuais de aprendizado.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
 Edmodo	www.edmodo.com	BD IE IV AI PM CM EM

Tabela 7: Recursos com jogos e simulações.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
 PhET	phet.colorado.edu	AI CM EM
 Banco Internacional de Objetos Educacionais	objetoseducacionais2.mec.gov.br	AI CM EM
 educaplay	www.educaplay.com	BD IE AI PM CM FP EM

Tabela 8: Aplicativos para o uso de vídeos e edição de áudios.

Software	Sítio	Funcionalidades disponíveis
	edpuzzle.com	BD PM EM IV*
	audacity.softonic.com.br	AI PM

*Cada aluno pode contribuir na edição de um único vídeo; entretanto, após o envio final, não é possível ao aluno visualizar o material, que ficará disponível somente no perfil do professor.

áreas do conhecimento. Na área de Química, encontram-se disponíveis mais de 1.700 recursos, que incluem áudios, vídeos, animações, imagens, experimentos, simulações e roteiros para aplicação dos recursos em sala de aula.

O *Educaplay* tem características de um AVA, pois permite a criação de grupos com os alunos, nos quais podem ser disponibilizadas atividades, permitindo ao professor acompanhar o desempenho dos estudantes. Além disso, tem um amplo conjunto de atividades lúdicas já elaboradas por outros educadores e publicadas na plataforma, como adivinhações, ditados, mapa interativo, e *quizzes*. A ferramenta disponibiliza ainda dicas de como melhorar o material. Vale também consultar o sítio *Quid+* (quid.sbjq.org.br).

Hoje em dia, há uma enorme coleção de vídeos que podem ser utilizados como objetos de aprendizagem pelo professor de Química em repositórios, principalmente o *Youtube* e o *Vimeo*. Entre os selecionados da tabela 8, o *Edpuzzle* é uma alternativa eficaz para o docente potencializar o uso educacional dos vídeos. Além de facilitar a edição, com este aplicativo o professor consegue inserir questionários e criar diferentes salas, controlando a quais turmas e atividades os alunos terão acesso. Outro recurso é a de criação de projetos, nos quais os alunos podem escolher e editar vídeos e depois submeter ao docente para análise.

Ainda nessa perspectiva, o aplicativo *Audacity* se destaca por ser uma ferramenta de gravação e edição de áudios rápida, simples e fácil de manusear, inclusive para arquivos grandes, além de dispor de ferramentas para inserção e personalização de efeitos sonoros e remoção de ruídos. O uso de áudio digital (ou *podcasts*) como ferramenta didática ainda é modesto no Brasil, mas o potencial é imenso, especialmente em face da possibilidade do discente compreender ou complementar conteúdos fora do contexto da sala de aula, por exemplo, ouvindo no *smartphone* durante o seu transporte. Essa técnica é conhecida como aula invertida (ou *flipped classroom*) e, naturalmente, não se aplica apenas aos áudios. O supracitado *Banco Internacional de Objetos Educacionais*

e o *Almanaque Sonoro de Química* (www.almanaquesonoro.com) são dois repositórios que merecem atenção quanto ao uso didático de *podcasts* de Química.

Considerações finais

Os aplicativos selecionados têm características diversificadas e visam cobrir diferentes aspectos das demandas dos professores de Química em sala de aula. Em nossa experiência de emprego e sugestão de uso dessas ferramentas, vencidas as resistências iniciais, em geral o professor sente-

se gratificado por este “novo universo”. Elas podem ser usadas para a construção de uma aula mais interessante, centrada em uma realidade que produz maior engajamento do aluno, ao mesmo tempo em que pode proporcionar maior suporte para o acompanhamento das atividades escolares. Ademais, com o amadurecimento de seu uso, é necessário menos tempo para o trabalho expositivo em sala de aula, ampliando as opções de novas discussões e

atividades. Idealmente, cabe ao docente considerar, em suas aulas, uma perspectiva crítica, criativa e dinâmica em sua proposta metodológica, de forma que as tecnologias não sejam inseridas como meros adereços às aulas, mas que integrem e contribuam para o processo educacional.

Há diversos outros aplicativos que poderiam ser incluídos como foco de interesse para o professor de Química: a seleção aqui apresentada é necessariamente modesta. Além do mais, é preciso destacar que os aplicativos educacionais são dinâmicos, trata-se de recursos com constantes inovações, em uma sociedade ansiosa por novidades.

Stephany Petronilho Heidelmann (stephanypheidelmann@gmail.com.br) é licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) e mestranda em Ensino de Química na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ – BR. **Esteban Lopez Moreno** (estebanlmoreno@gmail.com) é professor convidado do Mestrado em Ensino de Química da (PEQUI) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Professor Associado da Fundação Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (Fundação CECIERJ), Rio de Janeiro, RJ – BR.

Referências

BALANSKAT, A.; BLAMIRE, R.; KEFALA, S. The ICT impact report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe, 2006.

BARRO, M. R.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Blogs: Aplicação na Educação em Química. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 30, nov. 2008. p. 10-15.

BIREAUD, A. Os métodos pedagógicos no ensino superior. Porto: Porto Editora, 1995.

CETIC. Pesquisa sobre o uso das TIC nas escolas brasileiras: TIC Educação 2012. São Paulo, 2013. Disponível em: www.cetic.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nas-escolas-brasileiras/88.

MALDANER, O. A. A formação inicial e continuada de professores de Química. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

MICHEL, R.; SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. R. Uma busca na internet por ferramentas para a Educação Química no Ensino Médio. Química Nova na Escola (impresso), São Paulo, v. 19, n. 19, p. 3-7, 2004.

NOH, T.; SCHARMANN, L. C. Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. Journal of Research in Science Teaching. 10.1002/(SICI)1098-2736(199702)34:2<199::AID-TEA6>3.0.CO;2-O v. 34, i. 2, p. 199-217, February 1997.

OSBORNE, J.; HENNESSY, S., Literature Review in Science

Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions, Bristol: United Kingdom, 2003.

PATRÍCIO, R.; GONÇALVES, V. Facebook: rede social educativa? I Encontro Internacional TIC e Educação. Lisboa: Universidade de Lisboa, Instituto de Educação. p. 593-598, 2010. Disponível em: bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/3584/1/118.pdf. Acesso em: 29 dez. 2015.

ROLANDO, U. G. R.; ROLANDO, R. F. R.; MORENO, E.L.; SALVADOR, D. F.; LUZ, M. R. M. P. Integration between Internet and Chemistry Teaching Practice. Revista Virtual de Química, v. 7, p. 864-879, 2015.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de Química: possibilidades e limites. UNIREvista, v. 1, nº 2, abr. 2006.

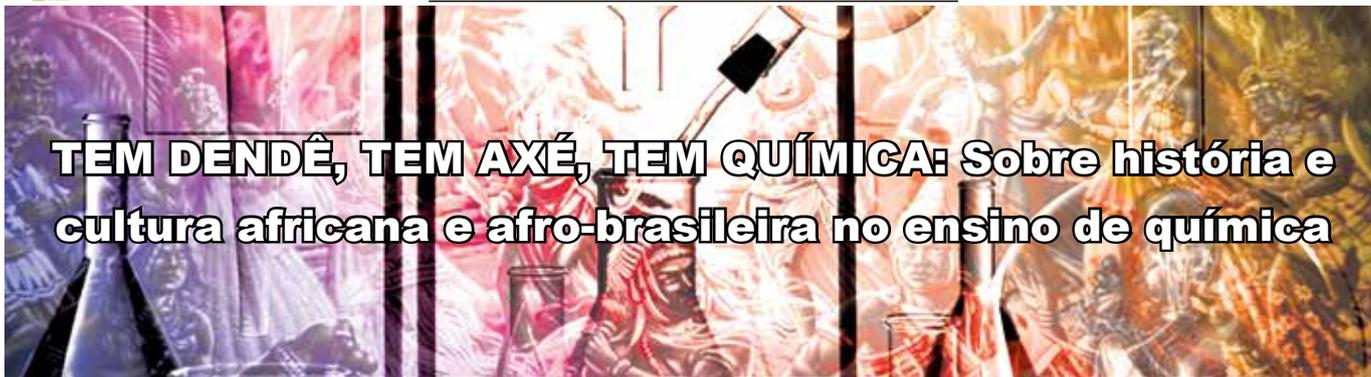
TRINDADE, J. O. de, HARTWIG, D. R. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.

Para saber mais

Para uma seleção de diversos aplicativos de Química para *smartphones*, sugerimos a leitura de: LIBMAN, D.; HUANG, L. Chemistry on the go: review of chemistry apps on smartphones. *Journal of Chemical Education*, v. 90 (3), p. 320-325, 2013. DOI: 10.1021/ed300329e.

Abstract: *Innovative instructional resources for teaching chemistry.* In this paper we explore some instructional resources for teaching chemistry, especially those which allow teachers to develop a variety of activities with technological support, considering the demands and interests of their students. To select the features covered here, we established criteria such as cost, ease of use and application in the classroom by the teacher. The main features of the elected instructional resources were described.

Keywords: chemistry teaching and learning, computational technologies, chemistry educational applications.



TEM DENDÊ, TEM AXÉ, TEM QUÍMICA: Sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de química

Juvan P. da Silva, Antônio C. B. Alvino, Marciano A. dos Santos, Vander L. dos Santos e Anna M. Canavarro Benite

Este trabalho objetiva apresentar opções de planejamento e design de intervenções pedagógicas para contemplar a implementação da lei 10.639, ou seja, a abordagem da temática história e cultura afro-brasileira no ensino de química (em nível médio e superior). Assim discutimos a pluralidade do uso do dendê, tais como uso na culinária brasileira e nas comunidades tradicionais de matriz africana. Propomos a utilização do óleo e da casca do dendê, um elemento da diáspora africana no Brasil, no ensino de química nos conceitos de lipídios, ácidos graxos, sistemas homogêneos e heterogêneos, análise de espectroscopia na região do infravermelho, densidade e viscosidade.

► ensino de química, dendê, Lei 10639 ◀

Recebido em 04/08/2015, aceito em 08/12/2015

19

Sobre Cultura Negra e Ensino de Química

A primeira lei que tratou do ensino no Brasil após o sete de setembro de 1822 (a independência) foi a lei de 15 de outubro de 1827, que designava a criação de escolas de primeiras letras em todas as cidades, vilas e lugares mais populosos do Império (Brasil, 1827).

Depois desta lei sucedem o Decreto de 02 de dezembro de 1837, o Regulamento n. 8 de 31 de janeiro de 1838 de 02/12/1837; o Regulamento n. 62 de 1º de fevereiro de 1841, todos esses tratando dos estatutos referentes ao Colégio Pedro II (Moises, 2007). E finalmente o Decreto de Nº 1331 de 17/02/1854 que aprovava e regulamentava o ensino primário e secundário no município da Corte. Esse decreto é o primeiro documento que oficializa a discriminação racial no Brasil quando em seu art. 69 diz que:

Não serão admitido á matricula, nem poderão frequentar as escolas:

§ 1º Os meninos que padecerem moléstias contagiosas.

§ 2º Os que não tiverem sido vacinados.

§ 3º Os escravos, (Brasil, 1854).

Esse decreto é revogado vinte e quatro anos depois com a publicação dos Decretos Nº 7.031-A, de 06 de setembro de 1878, que tratava da criação de cursos noturnos para adultos do sexo masculino nas escolas públicas de instrução primária de 1º grau no município da Corte, quando em seu Art. 5º diz que “(...) poderão matricular-se, em qualquer tempo, todas as pessoas do sexo masculino, livres ou libertos, maiores de 14 anos” (Brasil, 1878), e Decreto nº 6967, de 08/07/1878, que regulamentava os prazos de matrículas para os filhos livres de mulheres escravizadas (Brasil, 1878).

Para lutar contra os lugares subalternos e marginais que as leis brasileiras delegaram ao negro, após o 13 de maio de 1888 os libertos e seus descendentes iniciam os movimentos negros organizados com perspectiva de dialogar sobre seus problemas na sociedade, problemas estes advindos principalmente dos preconceitos e das discriminações raciais. Dias (2012) divide esse movimento em três fases. A Primeira Fase (1889-1937), que vai da Primeira República ao Estado Novo, a segunda Fase (1945-1964), período que compreende a Segunda República à Ditadura Militar.

Nessa segunda fase o Teatro Experimental do Negro (TEN), fundado por Abdias Nascimento, dedica bastante ênfase à cultura específica do negro brasileiro e à sua identidade. O TEN começa a discutir a problemática dos conteúdos curriculares, as relações sociais na escola e a importância de se introduzir informações sobre as raízes culturais dos negros

A seção “Espaço aberto” visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

brasileiros, sobretudo na disciplina de História (Gomes; Cunha Junior, 2002).

A Terceira Fase do movimento negro se inicia com a abertura política em 1978 e vai até o ano 2000. Nessa fase é fundado o Movimento Negro Unificado (MNU), inspirado na luta a favor dos direitos civis dos negros estadunidenses, organizações negras marxistas (Panteras Negras, por exemplo) e movimentos de libertação dos países africanos de língua portuguesa (Dias, 2012).

Dentre as reivindicações do Programa de Ação do MNU de 1982 está a luta pela introdução da História da África e do Negro no Brasil nos currículos escolares. Assim,

O movimento negro passou a intervir no campo educacional, com propostas de revisão dos conteúdos preconceituosos dos livros didáticos; na capacitação de professores para uma pedagogia inter-racial; na reavaliação do negro na história e, por fim, na exigência da inclusão do ensino da história da África nos currículos escolares (Dias, 2012, p. 20).

Fruto das lutas das diferentes expressões do Movimento Negro, em 03 de janeiro de 2003, no governo do então presidente Luis Inácio Lula da Silva, foi promulgada a Lei 10.639/03 que em seu § 2º afirma que “*Os conteúdos referentes à História e Cultura Afro-Brasileira serão ministrados no âmbito de todo o currículo escolar*” (Brasil, 2003).

No ano de 2006 o mesmo governo publica as Orientações e Ações para a Educação das Relações Étnico-Raciais que em tópico particular que se refere às Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias:

A biologia, a matemática, a física e a química destacam-se como disciplinas que, integradas, são capazes de desconstruir conhecimentos que afirmam as diferenças como inferioridade e que marcam a condição natural de indivíduos e grupos inter-étnicos. O trabalho por projetos pode incluir diferentes disciplinas: física, química, matemática, e mesmo história, sociologia, filosofia (Brasil, 2006 p.196).

Baseados nesses pressupostos urge que se discuta a temática da cultura afro-brasileira em todos os cursos de graduação, sobretudo nos de licenciaturas, pois são estes cursos que formarão o profissional capaz de implementar a 10.639 nos cursos de educação básica. Falar de cultura negra no Brasil é falar de cultura da maioria, pois somos, segundo o último censo do IBGE, 51% de população autodeclarada preta e/ou parda (Brasil, 2010).

Após doze anos de lei, ainda são escassas as iniciativas que contemplem essa temática em pesquisa no ensino de química, assim, passamos a breve apontamento. Francisco Jr. (2007) com o artigo intitulado Opressores e Oprimidos: um Diálogo Pra Além da Igualdade Étnica, inicia o debate de como as ciências podem contribuir para uma educação anti-racista. Este faz uma breve análise da situação dos negros

como “*fruto de um processo de desumanização, devido a uma distorção histórica na qual se instaura a situação-opressora estabelecida pela violência de quem oprime*” (Francisco Jr., 2007, p.10) e sugere algumas atividades que podem ser trabalhadas em sala de aula a partir do tema lixo.

Em 2008 esse mesmo autor, Francisco Jr. (2008) publica outro trabalho em que introduz alguns conceitos importantes envolvidos com o racismo, discute como ele se desenvolveu ao longo dos anos e faz alguns apontamentos de como o ensino de ciências pode contribuir para uma educação anti-racista.

No ano de 2009 foi defendida dissertação de mestrado tendo como tema a Lei. 10639/03 e o Ensino de Química na Universidade Federal de Uberlândia (Pinheiro, 2009). Nesse trabalho o autor analisou e identificou a aprendizagem de quatro alunos de Licenciatura em Química de uma universidade pública na produção de conteúdos digitais. Tal produção envolveu o desenvolvimento de Objetos Virtuais de Aprendizagens (OVAs) em Química tendo como base a História da África e Cultura Afro-brasileira com o intuito da implementação da lei 10639/03.

O livro didático também foi tema de pesquisa relacionado ao ensino de química e a Lei 10.639/03. Pinheiro et al. (2010) analisaram as imagens e textos dos livros didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio no ano de 2008. Os autores concluíram que as obras analisadas não traziam as discussões referendadas na lei 10.639/03 e consolidadas no parecer CNE/CP 3/2004 e na resolução CNE/CP 1/2004.

Em 2011, Moreira et al. (2011) publicam o artigo intitulado: A Bioquímica do Candomblé – Possibilidades Didáticas de Aplicação da Lei Federal 10639/03. Nesse trabalho os autores focalizam a bioquímica e o candomblé por se tratar de uma das religiões afro-brasileiras mais difundidas em todo o país como possibilidade para o cumprimento da lei e a divulgação de conhecimentos científicos atrelados à cultura africana e afro-brasileira. Eles abordam a noz-de-cola (planta utilizada nos rituais de candomblé) e suas aplicações na Química em aulas do ensino médio.

Em 2012 com o título de A Bioquímica e a Lei Federal 10639 em Espaços Formais e Não Formais de Educação é defendida na Universidade Federal de Uberlândia, a tese de doutorado que trata da Lei 10639/03 e o Ensino de Química (Moreira, 2012).

Também trabalhando com OVA tendo como pano de fundo o ensino de química e aspectos relacionados à história da África e cultura afrobrasileira em conformidade com a Lei nº 10639/03, Santos et al. (2013) discutiram as dificuldades enfrentadas por dois professores da educação básica quando se dispõem a utilizarem essa ferramenta. Diante dos resultados, os autores certificam a necessidade de se discutir nos cursos superiores assuntos relacionados às temáticas étnico-raciais, bem como a utilização de tecnologias como ferramentas didáticas.

Em 2008, os autores deste trabalho realizando estudos nos cursos de graduação em ciências tecnológicas nas universidades públicas de Goiás diagnosticaram que a temática étnico-racial não é abordada nestes (Benite et al., 2012).

A partir desses resultados com o intuito de corroborar com a investigação nessa temática surge em 2009 o Coletivo Negro(a) CIATA do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (CIATA/UFG) que realiza investigações sobre as relações étnico-raciais na formação de professores e no ensino da química. Reconhecemos que esta não é tarefa fácil e para tal será “*preciso entender e considerar a importância da articulação entre cultura, identidade negra e educação. Uma articulação que se dá nos processos educativos e não-escolares*” (Gomes 2003, p. 169).

O CIATA advoga que uma das primeiras alternativas nessa direção deve ser a inserção, nos cursos de formação de professores de química e nas disciplinas de química oferecida aos outros cursos de graduação de debates e discussões que privilegiem a relação entre a cultura e a educação. Para isso investimos no ensino de química a partir da ciência de matriz africana.

Assumidos estes pressupostos, este trabalho objetiva apresentar alternativas para a implementação da lei 10.639, ou seja, a abordagem da temática história e cultura afro-brasileira no ensino de química em nível médio e superior. Nesta proposta utilizamos o azeite de dendê comercial (grau *inatura*) como elemento contextual da ação mediada no ensino de conceitos de ácidos graxos, sistemas heterogêneos, densidade, viscosidade e técnicas de análise de absorção na região do infravermelho. Cabe ressaltar que iniciamos as investigações sobre as propriedades adsorventes do dendzeiro como possibilidade de implementação da lei (Benite *et al.*, 2013).

A etnografia do dendzeiro

O dendzeiro (*Elaeis guineensis*) é uma palmeira de origem africana que se desenvolve em clima quente e úmido, que foi trazida para o Brasil na época do tráfico negreiro aproximadamente no século XV (Valois, 1997). Segundo Vainsencher (2009), os egípcios, há mais de 5.000 anos, já consumiam o óleo de dendê. *Desde o século XV, o dendzeiro consta dos relatos dos primeiros visitantes europeus à África, como parte integrante da paisagem, dos hábitos e da cultura popular. Lá essa planta recebeu uma série de denominações, tais como abobobe, kisside, ade-quoi, dendem, ou andim* (disponível em <http://basilio.fundaj.gov.br/>).

Do seu fruto são extraídos dois tipos de óleo por meio de processos físicos, pressão e calor: o de palma extraído da polpa ou mesocarpo (*palm oil* no mercado internacional) e o óleo de palmiste (*palm kernel oil*), extraído da semente do fruto. O óleo de dendê devido à sua consistência e por não rancificar é destinado à indústria alimentícia (fabricação de margarina, sorvete, biscoito, leite e chocolate artificiais, óleo de cozinha, maionese, frituras industriais etc.), e o segundo é aplicado nas indústrias de cosméticos, sabões, velas, produtos farmacêuticos, lubrificantes, biocombustível, dentre outras (Valois, 1997).

Segundo Vainsencher (2009):

Atualmente, o azeite de dendê é o segundo óleo

mais produzido e consumido no país, representando 18,49% do consumo mundial. Se o plantio do dendzeiro for corretamente conduzido, a produção de óleo ocorre no final do terceiro ano, com uma colheita de seis a oito toneladas de cachos, por hectare. A palmeira atinge seu pique máximo no oitavo ano, quando chega a produzir vinte e cinco toneladas de cacho por hectare, permanecendo nesse nível até o 17º ano, e declinando, um pouco, até o final de sua vida útil produtiva, que tem lugar por volta de 25 anos (p.3).

O dendê tem um papel de considerável relevância na cultura brasileira e rapidamente o seu cultivo se espalhou por todas as regiões litorâneas. O hábito do seu consumo, na culinária, e como insumo no setor industrial na fabricação, dentre outros, de sabão, sabonete, margarina, maionese, conservas e rações, lubrificantes, tintas, bem como na indústria oleoquímica, fez surgir um mercado local e, conseqüentemente, o aumento da demanda pelo produto, que foi responsável pela expansão comercial do fruto. Desta forma, este desempenhou e desempenha um papel muito importante na economia da diáspora africana no Brasil (Rosa *et al.*, 2011).

O dendê é amplamente utilizado na culinária brasileira de matriz africana. Segundo Barros:

Grande parte de suas iguarias leva consigo o aroma exótico do azeite de dendê, que seduz até os mais exigentes gastrônomos. O acarajé, o caruru, a muqueca e o vatapá são apenas alguns dos pratos mais populares, que trazem ao nosso paladar a deliciosa sensação de degustar uma porção do Brasil com o sabor e o tempero da África. Quando ingerimos os alimentos feitos com o óleo derivado do dendê, estamos também, de alguma maneira, partilhando do fruto das culturas africanas reinterpretadas em nosso país (Barros em Lody, 1992, p. VIII).

O acarajé uma das iguarias mais conhecidas preparada com o azeite de dendê rendeu as mulheres especialistas em sua preparação, as baianas do acarajé, o título de patrimônio imaterial cultural brasileiro, concedido em 2005 pelo IPHAN. Segundo o IPHAN:

Este bem cultural de natureza imaterial, inscrito no Livro dos Saberes em 2005, é uma prática tradicional de produção e venda, em tabuleiro, das chamadas comidas de baiana, feitas com azeite de dendê e ligadas ao culto dos orixás, amplamente disseminadas na cidade de Salvador, Bahia. Dentre as comidas de baiana destaca-se o acarajé, bolinho de feijão fradinho preparado de maneira artesanal, na qual o feijão é moído em um pilão de pedra (pedra de acarajé), temperado e posteriormente frito no azeite de dendê fervente. Sua receita tem origens no Golfo do Benim, na África Ocidental, tendo sido trazida para o Brasil com a vinda de escravos dessa região (IPHAN, 2005).

Porém, não são apenas os homens que se alimentam de dendê

Na realidade, é na preparação dos quitutes das mesas dos deuses africanos que constatamos a necessária utilização do dendê, juntamente com as favas e frutos de origem africana, importantes na realização dos alimentos rituais, garantindo assim sua eficácia e destinação cultural (Lody, 1992 p. 61).

O acarajé, por exemplo, está presente na cozinha dos orixás: Iansã, Xangô, Obá, Euá e Oxumaré. O Amalá é o prato principal do Orixá Xangô e nele o azeite de dendê está presente. Já Oxum prefere o Ipeté. “Esta cerimônia é caracterizada pelas filhas-de-santo portando, na cabeça, panelas contendo o peté, que será servido aos assistentes” (Lody, 1992, p.62). Ainda tem o Bobó, o Omolocum, o Erã-peterê e as Farofas, comida dos Voduns, Oxum, divindades de cunho masculino e Exu respectivamente.

Todavia nem todos os orixás se alimentam com iguarias preparadas com o dendê. Os Orixás funfun, os deuses que se vestem de branco (como é o caso de Oxalá) não utilizam o dendê em seus cultos. Segundo Lody (1992), *os deuses quentes são aqueles que incluem o dendê nos seus axés; os deuses frios, deuses do pano branco - Funfun – não o fazem* (p. 57). Estas categorias servem para orientar e também caracterizar os papéis e as funções dos deuses nos terreiros. Dessa maneira, o dendê representa uma divisão no mundo dos orixás, os que usam e os que não usam o dendê.

22

A química do e no dendê: Propostas de intervenção pedagógica

Passaremos a apresentação de algumas estratégias de planejamento e design de intervenções pedagógicas em Ensino de Química em nível básico e no ensino superior com vistas à implementação da Lei 10639/03.

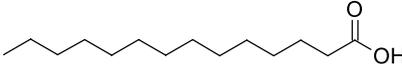
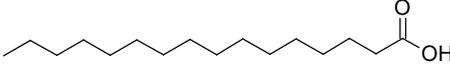
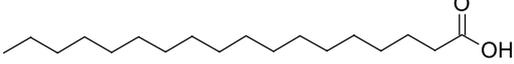
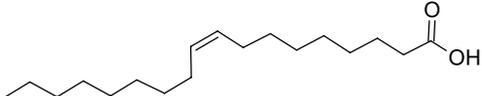
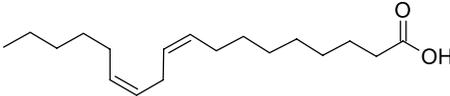
a) em nível médio: esse contexto poderá ser abordado pelo professor de ensino médio especificamente na química orgânica, na apresentação do conceito de lipídios.

As principais composições de ácidos graxos são encontradas em gorduras animais e óleos vegetais, destacando-se o óleo de palma como um dos óleos vegetais que possui elevado teor de ácidos graxos. “*Os principais ácidos graxos no óleo de palma são ácido palmítico, mirístico, esteárico, oleico e linoleico* (Sambanthamurthi et al., 2000 p. 507). Deste modo, a partir de um elemento da diáspora – o dendê – é possível discutir o conceito de ácidos graxos, suas estruturas, nomenclatura, classificação e propriedades físicas.

Se a escola possuir um laboratório de informática, o professor poderá dividir os alunos em grupos, e ministrar uma aula de informática utilizando o software livre ACD/Chemsketch Freeware (disponível em <http://www.acdlabs.com/resources/freeware/>) na construção das estruturas dos ácidos citados na Tabela 1. Como também poderá desenhar

as estruturas dos tocoferóis e dos tocotrienóis, fontes de vitamina E, presentes no óleo de dendê. Assim, “*vários recursos poderiam ser explorados (nomenclatura IUPAC, criação bidimensional de estrutura, otimização em 3D, análise de sua estrutura e estereoquímica*” (Moreira et al, 2011).

Tabela 1: Ácidos graxos comuns encontrados no coco de dendê (Adaptado de Solomons 2005).

Estrutura e nome comum	Temperatura de fusão (°C)
Ácidos saturados	
 Acido mirístico	54
 Acido palmítico	63
 Acido esteárico	70
Ácidos Insaturados	
 Acido oleico	4
 Acido linoleico	-5

O professor pode também utilizar o azeite de dendê em experimento para demonstrar o conceito de sistema heterogêneo. A Figura 1 apresenta esses sistemas:



Figura 1: Sistema heterogêneo da mistura azeite de dendê e água.

A discussão conceitual pode ser deflagrada a partir de indagações: Por que a água e o azeite não se misturam? A Tabela 1 pode auxiliar na discussão uma vez que apresenta a constituição estrutural dos constituintes do azeite que apesar de apresentarem um grupo OH que, em tese, poderia

formar ligações de hidrogênio com a água, é imiscível nesta. Sugerimos que neste contexto pode-se analisar a intensidade das interações moleculares no azeite e na água.

Desse modo, sugerimos as seguintes discussões: analisar a intensidade das interações entre as moléculas de óleo, as interações entre as moléculas de água e as interações formadas entre as moléculas de óleo e de água.

b) em nível superior: Passaremos agora a algumas proposições de implementação da 10.639/03 em aulas experimentais.

Em cálculo de densidade: A densidade de líquidos tanto puros ou soluções pode ser determinada pela medida de massa do líquido que ocupa um volume conhecido, método do picnômetro, ou pelo método baseado no princípio de Arquimedes. Picnômetros são frascos de gargalo capilar nos quais um volume de líquido é pesado. A obtenção da densidade de líquidos pelo método do picnômetro é de grande precisão, uma vez que o cálculo do volume é feito pela medida da massa. Nesse método é necessário tomar algumas precauções para evitar erros, como por exemplo, os causados por bolhas de ar formadas dentro do líquido.

Nesse experimento determinamos a densidade relativa do azeite de dendê a 29 °C através do método do picnômetro. Para isso inicialmente foi pesado picnômetro vazio e seco. Em seguida pesou-se o picnômetro com água destilada e depois com o azeite. A Figura 2 apresenta sequência de fotos da realização de um dos cinco experimentos realizados para o cálculo de densidade do azeite de dendê.



Figura 2: Sequência de fotos do experimento realizado.

O cálculo de densidade relativa foi feito segundo a Equação 1:

$$\frac{\rho_{\text{azeite}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{m_{\text{(azeite)}}}{\frac{V_{\text{(picnômetro)}}}{\rho_{\text{(água)}}}} \therefore \rho_{\text{(azeite)}} = \frac{m_{\text{(azeite)}}}{m_{\text{(água)}}} \rho_{\text{água}}$$

Equação 1: Cálculo de densidade do azeite de dendê.

onde o valor da densidade da água a 29 °C é igual a 0,99597 g/cm³. Com isso encontrou-se um valor médio de densidade igual a 0,90688±0,004 g/cm³

Em cálculo de viscosidade: A viscosidade é a propriedade dos fluidos correspondente ao transporte microscópico de quantidade de movimento por difusão molecular. Ou seja,

quanto maior a viscosidade, menor será a velocidade em que o fluido se movimenta. A viscosidade pode ser definida como a resistência de um fluido ao fluxo, ou a uma alteração da forma. Ela é uma medida de atrito interno de um fluido. Viscosidade é a medida da resistência de um fluido à deformação causada por um torque, sendo comumente percebida como a “grossura”, ou resistência ao despejamento. A viscosidade descreve a resistência interna para fluir de um fluido e deve ser pensada como a medida do atrito do fluido. Assim, a água é “fina”, tendo uma baixa viscosidade, enquanto o azeite de dendê é “grosso”, tendo uma alta viscosidade.

Neste experimento propomos determinar o coeficiente de viscosidade com o emprego do viscosímetro de Ostwald. A utilização do viscosímetro de Ostwald baseia-se na observação do tempo gasto para o líquido fluir, sob a influência da gravidade, através de um tubo capilar de raio e comprimentos conhecidos escoando de um reservatório superior (ponto A na Figura 3) de volume definido para um segundo reservatório inferior (ponto B na Figura 3).

O coeficiente de viscosidade neste caso é determinado através da equação de Poiseuille:

$$\mu = \frac{\pi r^4 \rho g h}{8 V l t}$$

Equação 2: Equação de Poiseuille.

onde *r* é o raio do capilar; *g* é a aceleração da gravidade; *h* é a diferença de altura entre as superfícies do líquido nos reservatórios superior e inferior; *ρ* é a densidade do líquido; *t* é o tempo gasto para o líquido fluir através do tubo capilar entre os dois reservatórios; *V* é o volume do reservatório superior e *l* é o comprimento do tubo capilar.

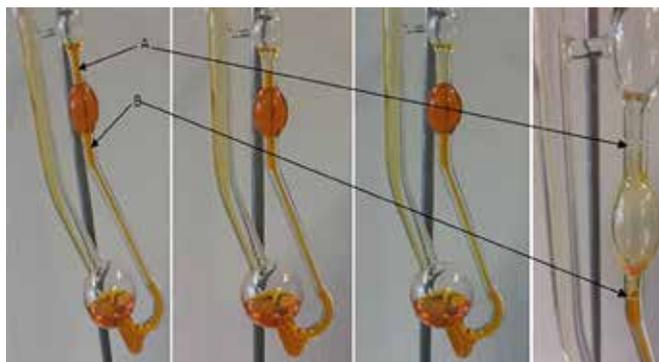


Figura 3: Sequência de fotos do experimento de determinação de viscosidade.

A determinação direta da viscosidade absoluta é muitas vezes difícil de ser feita. O procedimento usual é o de determinar a viscosidade do líquido em relação a uma substância de referência em uma dada temperatura. A viscosidade relativa de um líquido é definida como sendo a razão entre a sua viscosidade absoluta e a da água à mesma temperatura. Para obtê-la, mede-se em um viscosímetro os tempos de escoamento de volumes iguais do líquido em estudo e da água a uma dada temperatura. Como os valores de *r*, *g*, *h*, *V*

e l na equação acima são os mesmos para ambos os líquidos a razão entre os coeficientes de viscosidade do líquido e da água é dado por:

$$\frac{\mu_{\text{líquido}}}{\mu_{\text{água}}} = \frac{\rho_{\text{líquido}} t_{\text{líquido}}}{\rho_{\text{água}} t_{\text{água}}}$$

Equação 3: Equação da razão entre os coeficientes de viscosidade do líquido e da água.

Assim, conhecendo o valor da viscosidade da água, o que pode ser obtido através de valores tabelados, calcula-se a viscosidade do líquido em estudo. A unidade da viscosidade é o poise P que equivale a um pascal por segundo, Pa s^{-1} , e um cP centipoise equivale a um centésimo de poise.

Nesse experimento o tempo de escoamento do ponto A até o B (Figura 3) foi medido cinco vezes para o azeite e água ($t_{\text{médio}} = 5,7\text{s}$) em um mesmo viscosímetro. O valor médio da densidade do azeite de dendê calculada no item anterior foi igual a $0,90688 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$, a densidade da água a $29^\circ\text{C} = 0,99597 \text{ g/cm}^3$ e a viscosidade da água nessa mesma temperatura e de $0,8180 \text{ cP}$ aplicando esses valores na equação 3 encontra um coeficiente de viscosidade médio igual a $34,16 \pm 0,14 \text{ cP}$ para o azeite de dendê.

Análise de infravermelho do azeite de dendê. Outra abordagem sobre o dendê que se pode fazer em curso de nível superior é quando se estiver tratando do tema de análise de espectros na região do infravermelho. Apresentamos nesse trabalho uma análise realizada com o azeite de dendê de grau culinário. A Figura 4 apresenta os espectros na região do infravermelho desse material.

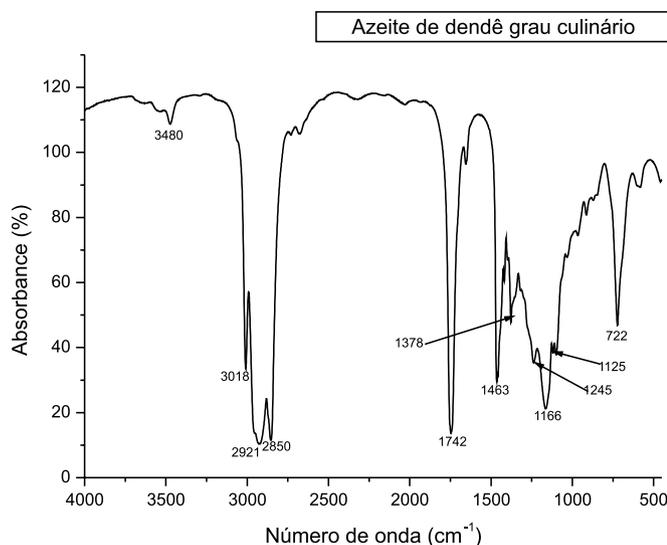


Figura 4. Espectro de infravermelho do azeite de dendê grau culinário.

Tabela 2: Valores de absorção no espectro de infravermelho para o azeite de dendê grau culinário.

Banda (cm^{-1})	3480	2921	2850	1742	1463	1378	1245	1166	1125	722
Intensidade	Fraca	Muito Forte	Muito Forte	Muito Forte	Média	Média	Média	Forte	Média	Média
Atribuição	$\nu \text{ O-H}$	$\nu_{\text{as}} \text{ CH}_2$	$\nu_{\text{s}} \text{ CH}_2$	$\nu_{\text{s}} \text{ C=O}$	$\delta_{\text{s}} \text{ CH}_2$	$\delta_{\text{s}} \text{ CH}_3$	$\nu_{\text{s}} \text{ C-O}$	$\nu_{\text{s}} \text{ C-O}$	$\nu_{\text{s}} \text{ C-O}$	$\rho \text{ CH}_2$

A Tabela 2 apresenta as principais atribuições das bandas encontradas nos espectros com suas respectivas intensidades.

Outra proposta de aplicação da lei 10639/03 no ensino de química é a utilização da casca do dendê como material adsorvente (Benite *et al.*, 2013). Esse experimento também pode ser feito em aulas de físico-química com um total de 04h aulas para tratar do tema adsorção. A escolha da casca do dendê como proposta desse trabalho se deve ao seu constituinte principal que é a lignina, um bom adsorvente catiônico (Figura 5).

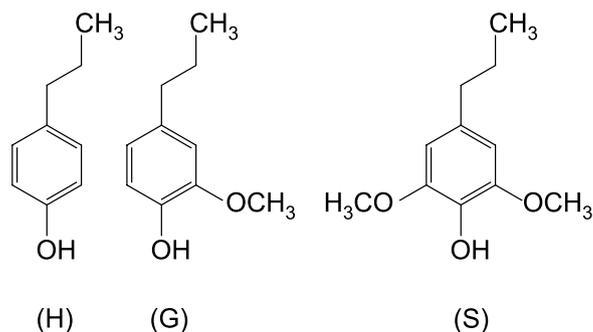


Figura 5: Estrutura básica da *p*-hidroxifenila (H), guaiacila (G) e esiringila (S). In: Saliba *et al.* (2001).

A rota experimental: Todos os reagentes utilizados nesse experimento possuem grau analítico. Inicialmente a casca do coco de dendê foi pulverizada em uma granulometria menor do que $0,42 \text{ mm}$. Nos experimentos de adsorção $1,0 \text{ g}$ de pó de casca de coco de dendê foi adicionado a 20 mL das diferentes soluções contendo as espécies metálicas, em frascos *erlenmeyers*, que foram agitados em *shaker* por 3 horas a 150 RPM e temperatura de 30°C .

Uma primeira série de experimentos de adsorção foi realizada para as espécies metálicas (Cu, Ni e Zn) na concentração inicial de 500 mg/L , na qual foi avaliada a influência do pH inicial. Nesse ensaio foi determinado o pH ótimo para a adsorção dos três íons metálicos com a casca do dendê com o pH do meio variando de 1 a 7.

A influência da concentração inicial do metal também foi estudada, onde foram avaliadas concentrações de 100; 200; 400; 600; 800; 1500 e 2000 mg/L . Com os dados obtidos foram elaboradas as isotermas de adsorção. Em todos os experimentos realizados, as amostras foram filtradas com o objetivo de retirar todo o pó de casca de coco e proceder às análises químicas de determinação da concentração final das espécies metálicas.

Os teores dos íons metálicos em solução foram determinados por espectrometria de absorção atômica (EAA), em um equipamento Perkin Elmer, modelo Analyst 200. A

chama utilizada para todos os metais foi produzida por uma mistura de ar/acetileno. Os padrões foram da Merck e Titrisol com concentração de 1000 µg/L. Foi utilizada lâmpada de catodo oco de cada um dos metais. O método utilizado para a determinação das concentrações dos íons em solução foi o da curva de calibração. A Figura 6 mostra as isotermas de adsorção para os três metais estudados.

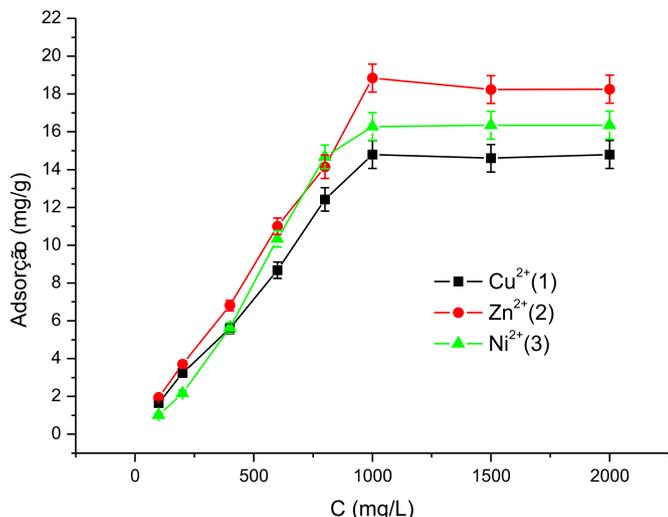


Figura 6: Capacidade de adsorção da casca do coco de dendê em função da concentração de Cu²⁺, Zn²⁺ e Ni²⁺.

Os estudos de adsorção podem ser discutidos a partir de considerações a respeito de:

- O Efeito do pH: O Cu²⁺ e o Zn²⁺ apresentaram adsorções máximas em pH 7 e o Ni²⁺ em pH 3. Valores baixos de adsorção para o meio ácido são justificados pela competição entre íon H⁺ pelos grupos cromóforos presentes na estrutura da lignina (Figura 6), tais como hidroxilas alifáticas e também aromáticas, aldeídos etc., que apresentam propriedades de coordenação com os íons livres de metais pesados. Quando o valor do pH aumenta, uma maior quantidade de grupos funcionais (hidroxilas) encontra-se com cargas negativas e pode atrair os íons de carga positiva (Chubar et al, 2004; Selatnia, 2004). O valor de máxima adsorção para o níquel em pH baixos carece de melhor investigação.
- Efeito da concentração inicial das soluções: a casca do dendê foi tratada com solução de NaOH 5,0 mol/L e realizou-se as adsorções em diferentes concentrações dos metais. A Figura 6 mostra a isoterma de adsorção do material em função da concentração inicial de Cu²⁺, Zn²⁺ e Ni²⁺.

Para os três metais a isoterma de adsorção apresenta um rápido acréscimo para as concentrações iniciais variando de 100 a 1000mg/L. Nesse ponto, verifica-se uma capacidade máxima de adsorção para uma concentração inicial próximo a 1000mg/L.

Esta proposta de intervenção permite, a partir de um elemento da diáspora, discutir em aulas de química, conceitos tais como: isotermas de adsorção, quimissorção, fisissorção, tempo de equilíbrio de adsorção, parâmetros de cinética de adsorção.

Algumas Considerações

A ciência ensinada nas instituições escolares é branca, masculina, de laboratório, hegemônica e europeia. Tendo em vista que somos hoje autodeclarados no Brasil 50,7% de população preta e parda, as salas de aula revogam por uma nova realidade.

A implementação da Lei 10.639/03 passa pelo seu conhecimento e discussão em todos os níveis de escolarização. Especificamente, em nosso caso, professores em formação inicial, continuada e professores formadores, defendemos que essa lei seja discutida e implementada nas licenciaturas e principalmente nas salas de aula de química. Assumidos esses pressupostos, nossa investida aqui apresentada nos parece ser uma alternativa.

E é nesse sentido que propomos aqui estudos em nível médio e superior a partir dos constituintes do azeite de dendê que permitem abordar além dos conceitos químicos, história, cultura dos povos que aqui foram escravizados nos séculos XV a XVII bem como de seus descendentes, que hoje são a maioria do povo brasileiro. Defendemos que nossos planejamentos e designs de intervenções representam uma proposta de descolonização da ciência quando apresentam a química a partir de contextos da diáspora africana no Brasil.

Juvan P. da Silva (juvan@ufg.br) Bacharel, Licenciado e Mestre em Química pela Universidade Federal de Goiás. Técnico do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO - BR. **Antonio C. B. Alvino** (alvinoufg@gmail.com), Licenciado em Química, Instituto de Química Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO - BR. **Marciano A. dos Santos** (quimicaufg2009@gmail.com), Licenciado em Química, Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO - BR. **Vander L. L. dos Santos** (vanderlls.santos@gmail.com), Licenciado em Química, Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO - BR. **Anna M. Canavarro Benite** (anna@ufg.br), Bacharel e Licenciada em Química, Mestre e Doutora em Ciências (Química) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Docente do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, GO - BR.

Referências

BENITE, A. M. C. SOUZA, E. P. L. ALVINO, A. C. B.; SANTOS, M. A. Cultura Africana e Ensino de Química: estudos sobre a configuração da identidade docente. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

BENITE, A. M. C.; SILVA, J. P.; ALVINO, A. C. B.; SANTOS, M. A.; SANTOS, V. L. L. Estudos Das Propriedades Adsorventes De Elaeis Guineensis (Dendzeiro): A Lei 10.639 No Ensino De Química. In: 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), Anais da 36ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). São Paulo: SBQ, 2013. v. 1.

BRASIL, 1827, LEI DE 15 DE OUTUBRO DE 1827. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/>

decreto-1331-a-17-fevereiro-1854-590146-publicacaooriginal-115292-pe.html Acesso em: setembro de 2015.

BRASIL, 1878. Decreto 7031-A de 06/02/2878. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-7031-a-6-setembro-1878-548011-publicacaooriginal-62957-pe.html>. Acesso em setembro de 2015.

BRASIL, 1878. Decreto nº 6.967, de 08 de julho de 1878 Disponível: <http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto:1878-07-08;6967>. Acesso em setembro de 2015.

BRASIL, 2003, Lei 10639/03. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.639.htm. Acesso em junho de 2015.

BRASIL, 2006, Orientações e Ações para a Educação das Relações Étnico-Raciais http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/orientacoes_etnicoraciais.pdf. Acesso em setembro de 2015.

BRASIL, 2010, Censo de 2010. Disponível em: http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/tabelas_pdf/tab3.pdf Acesso em setembro de 2015.

CHUBAR, N.; CARVALHO, J. R. e NEIVA, M. J. Cork biomass as biosorbent for Cu (II), Zn (II) and Ni (II). *Colloids and Surfaces*, v. 230, n. 1-3, p. 57-65, Dec. 2004.

DIAS, L. O. Desigualdades étnico-raciais e políticas públicas no Brasil. *Revista da ABPN*, v. 3, n. 7, 2012.

FRANCISCO JR., W.E. Educação antirracista: reflexões e contribuições possíveis do ensino de ciências e de alguns pensadores. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 3, p. 397-416, 2008.

FRANCISCO JR., W. E. Opressores-oprimidos: um diálogo para além da questão étnico-racial. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 10-2, 2007.

GOMES, A. B. S. e CUNHA JÚNIOR, H. O movimento negro e a educação escolar: estratégias de luta contra o racismo. *Encontro de Pesquisa Educacional do Norte e Nordeste*, 15, 2002.

GOMES, N. L. Educação, identidade negra e formação de professores/as: um olhar sobre o corpo negro e o cabelo crespo. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v.29, n.1, p. 167-182, jan./jun. 2003.

IPHAN, 2005, Ofício das baianas do acarajé. <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/58>. Acesso em agosto de 2015.

LODY, R. Tem dendê, tem axé: etnografia do dendezeiro. Rio de Janeiro: Pallas, 1992.

MOISES, A. F. D. A. (2007). O Colégio Pedro II: controvérsias acerca de sua fundação. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Maringá. 2007. Disponível em http://www.ppe.uem.br/dissertacoes/2007_alzenira.pdf. Acesso em julho de 2015.

MOREIRA, P. F. D. S. D. (2012). *A bioquímica e a Lei Federal 10639/03 em espaços formais e não formais de educação* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

MOREIRA, P. F. S. D.; RODRIGUES FILHO, G. R. FUSCONI, R. e JACOBUCCHI, D.F. C. A bioquímica do candomblé - possibilidades didáticas de aplicação da lei federal 10.639/03. *Química Nova na Escola* v. 33, p. 85-92, 2011.

PINHEIRO, J. S.; HENRIQUE, H. C. R. e SANTOS, E. S. A. (in)visibilidade do negro e da história da África e Cultura Afro-Brasileira em livros didáticos de Química. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

PINHEIRO, J.S. Aprendizagens de um grupo de futuros(as) professores(as) de química na elaboração de conteúdos pedagógicos digitais: em face dos caminhos abertos pela lei federal nº 10.639 de 2003. 202 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M. S. M; FIGUEIREDO, M. C. B.; MORAIS, J. P. S.; SANTAELLA, S.T. e LEITÃO, R.C. Valoração de resíduos da agroindústria. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II Sigera, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil, 2011.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; MORAIS, S. D. e PILÓ-VELOSO, D. Ligninas: métodos de obtenção e caracterização química. *Ciência Rural*, v. 31 (5), 917-928. 2001.

SAMBANTHAMURTHI, R.; SUDRAM, K. e TAN, Y. Chemistry and biochemistry of palm oil. *Progress in Lipid Research*, n. 39, p. 507-558, 2000.

SANTOS, E. S.; RODRIGUES FILHO, G. e AMAURO, N. Q. Dificuldades na aplicação de materiais didáticos digitais que trabalham assuntos estudados pela química em conformidade com a Lei n o 10.639/03. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP, 2013.

SELATINA, A. Biosorption of Cd²⁺ from aqueous solution by a NaOH-treated bacterial dead *Streptomyces Rimosus* biomass. *Hydrometallurgy*, v. 75, n. 1-4, p. 11-24, 2004.

SOLOMONS, T.W.G. e FRYHLE, C.B. *Química Orgânica*. V. 2. Trad. R.M. Matos e D.S. Raslan. 8.ed, Rio de Janeiro: LTC, p. 406, 2005.

VAINSENER, S. A. 2009. Dendê disponível em VALOIS, A. C. C. Possibilidades da Cultura do dendê na Amazônia. Brasília: Embrapa Cenargen. (Embrapa-Cenargen. Comunicado Técnico, n.19). p 7. 1997.

Abstract: PALM, AXÉ, CHEMISTRY: *On the African and African-Brazilian history and culture in chemistry education.* This study aimed to present options for planning and designing educational interventions to contemplate the implementation of Law 10639, that is, the approach of the African-Brazilian history and culture in chemistry teaching (secondary and higher education). In this way, we discussed the plurality in the use of palm oil, such as in Brazilian cuisine and in traditional communities of African origin. It is proposed the use of palm oil and bark of palm tree, an element of the African Diaspora in Brazil, in chemistry teaching for concepts of lipids, fatty acids, homogeneous and heterogeneous systems, spectroscopic analysis in the infrared region, density and viscosity.

Keywords: teaching chemistry, adsorption studies, palm, Law 10639.



A utilização de uma oficina de ensino no processo formativo de alunos de ensino médio e de licenciandos

Manuel E. G. Winkler, João R. B. de Souza e Marilde B. Z. Sá

O uso de metodologias diferenciadas no ensino de Química tem se mostrado como alternativa ao ensino tradicional. Dentre estas, as oficinas de ensino (OE) ocupam papel de destaque por promover um ensino baseado na contextualização e diálogos em salas de aula. Neste contexto, o presente trabalho relata a elaboração e desenvolvimento de uma OE sobre a temática Produtos Naturais e a análise da atividade sob a ótica dos alunos e licenciandos envolvidos. A oficina foi avaliada por meio da interpretação de questionários dos alunos e mediante a reflexão sobre a prática dos futuros professores (orientados pela professora de Estágio Supervisionado). Os resultados corroboram com dados relatados na literatura, destacando o despertar de interesse no aluno e fornecendo recursos para que ocorra a aprendizagem significativa. O envolvimento de acadêmicos neste tipo de atividade mostrou-se uma importante ferramenta no desenvolvimento de sua postura docente e da reflexão de sua prática pedagógica.

► formação inicial de professores, oficinas de ensino, ensino diferenciado ◀

Recebido em 12/03/2015, aceito em 15/03/2016

27

Nossas escolas e especificamente nossas salas de aula são caracterizadas pela diversidade. Essa diversidade pode ser observada nas questões sociais, religiosas, econômicas, étnicas e cognitivas, constituindo-se em mais um desafio para os professores que se empenham em sanar problemas referentes às aprendizagens. Lidar com tais questões faz parte do cotidiano desses professores e é preciso empenho e dedicação para atingir bons resultados no que se refere ao processo de ensino e de aprendizagem, pois:

Existe em vigência em nossas escolas um modelo tradicional de ensino que parece não atender de maneira efetiva aos anseios da comunidade escolar e da sociedade atual. Esse modelo tem sido a cada dia mais e mais questionado, face aos poucos resultados alcançados no desempenho acadêmico

[...] várias perguntas podem fazer parte do cotidiano de professores que realmente se preocupam em possibilitar uma aprendizagem de qualidade para seus alunos, entre elas: De que forma podemos trabalhar na tentativa de proporcionar uma aprendizagem significativa? Quais conhecimentos podem ser considerados relevantes para a vida dos estudantes? Quais os modelos didáticos que podem ser considerados como importantes instrumentos na construção de conhecimentos? Como interferir positivamente na realidade dos alunos? Apenas para citar alguns questionamentos que podem surgir.

dos alunos de Ensino Médio (Sá, 2014, p.7).

Nesse contexto, várias perguntas podem fazer parte do cotidiano de professores que realmente se preocupam em possibilitar uma aprendizagem de qualidade para seus alunos, entre elas: De que forma podemos trabalhar na tentativa de proporcionar uma aprendizagem significativa? Quais conhecimentos podem ser considerados relevantes para a vida dos estudantes? Quais os modelos didáticos que podem ser considerados como importantes instrumentos

na construção de conhecimentos? Como interferir positivamente na realidade dos alunos? Apenas para citar alguns questionamentos que podem surgir.

Responder a essas e a outras questões que rondam o cotidiano escolar não é uma missão fácil e precisa ser um dos objetivos da atuação de professores. Considerando o

modelo de aprendizagem significativa descrito por Ausubel (2000), aprender significativamente é ampliar e estabelecer relações entre ideias e conceitos já existentes na estrutura mental, resultando no surgimento de um conhecimento de natureza substancial e denotativa que tem significado para o aluno em seu contexto social.

Sendo assim, o formato das aulas precisa ser repensado, pois o modelo clássico de ensino que alunos, professores, pais e sociedade em geral consideram como consagrado e aceito é, segundo Moreira (2011), aquele em que o aluno praticamente não participa e em que o professor, e não o aluno, é o centro das atenções e dos processos educativos.

Ainda de acordo com Moreira (2011), ao professor cabe o papel de mediador no processo de aprendizagem do aluno, precisando buscar maneiras para diversificar as formas de ensinar na tentativa de garantir o aprendizado significativo. As estratégias elaboradas e que serão colocadas em prática precisam desenvolver competências ao aluno, tais como a discussão, a negociação de diferentes significados, a expressão oral e outras formas de expressão perante seus colegas, a elaboração de críticas construtivas, e o protagonismo, não se limitando apenas a estas.

Observações feitas durante a caminhada de atuação de professores têm demonstrado que o exercício de práticas renovadoras em sala de aula, apesar de fundamentais, se apresenta distante das teorias que as preconizam (Sá, 2014). Ainda, segundo a autora, a baixa qualidade do ensino vem sendo há muito discutida, o que torna sempre oportuno priorizar reflexões sobre a postura docente, as questões de estratégias de ação em sala de aula e a relevância dos componentes curriculares.

Para Freire (2011), a escola não deve realizar “depósitos” na cabeça dos alunos e por meio de avaliações verificar o quanto ficou depositado. Em contrapartida, o aprendizado deve permitir ao aluno perceber a relevância do que aprendeu, a sua intencionalidade e as possibilidades de colocá-lo em prática.

Nessa perspectiva, o professor precisa repensar seu papel e buscar novas práticas pedagógicas que sejam compatíveis com as atuais exigências educacionais (Silva, 2003). Resultados recentes apontam que a aprendizagem se torna mais significativa quando a prática docente é associada a temas cotidianos, o que desperta no aluno o interesse pela disciplina de Química (Freitas-Reis; Faria, 2015).

De acordo com Carvalho (2007), a falta de interesse do aluno pela Química é proporcionada pelo fato de muitas escolas não possuírem ou não utilizarem laboratórios para a realização de experimentos; pela não utilização e/ou má exploração das bibliotecas; pela baixa ou quase nula utilização de recursos multimídias; pela falta de possibilidades do aluno interagir na aula; pela não utilização de artigos de revistas e jornais que vinculem o ensino de química ao cotidiano

das pessoas. Enfim, pela não utilização de diferenciados recursos didáticos e interativos. Assim, acredita-se que a utilização apenas de recursos convencionais, que contemplam principalmente o ensino tradicional, meramente expositivo, não contribui de maneira significativa para a construção de conhecimentos, até porque, para que esta ocorra de maneira adequada e consistente o aluno precisa entender como essa ciência se processa e qual sua relação com o cotidiano (Carvalho, 2007).

Conforme Laburu et al (2003), propostas metodológicas plurais podem contribuir expressivamente nos processos de ensino e de aprendizagem, devendo-se levar em conta que estes são altamente complexos, mudam com o decorrer do tempo e das necessidades da sociedade, precisam de comprometimento de alunos e professores e, portanto, estão longe de serem triviais. Além disso, há de se ter cuidado, pois quando se refere a metodologias plurais nenhum procedimento deve ser descartado, mesmo os tradicionais, e todos eles precisam ser adequadamente analisados, pois podem apresentar vantagens e desvantagens em sua utilização. Enfatizando o que o autor argumentou, deve-se levar em conta que uma postura metodológica não deve ser entendida como definitiva e de caráter geral, principalmente

porque não há verdades pedagógicas únicas, aplicáveis a todo e qualquer indivíduo.

Nesse contexto, e na tentativa de promover maior interesse dos alunos em relação à Química, surgem as estratégias de ensino diferenciadas, tais como as oficinas de ensino, atividades lúdicas,

experimentos com materiais alternativos, elaboração de teatros, discussão de filmes, textos e notícias, e utilização de recursos computacionais.

Quando se trata de oficinas de ensino, essas se destacam por normalmente envolverem experimentações, além de várias outras estratégias contemplando uma temática relacionada ao cotidiano dos estudantes. Além do exposto, pode-se atribuir às oficinas outros benefícios como: tornar os conhecimentos químicos mais significativos e aplicáveis ao dia a dia das pessoas; despertar o senso crítico; a capacidade de relacionar eventos; capacidade de discutir assuntos antes, durante e após a realização das mesmas; a interação entre os alunos; a capacidade de argumentar e refletir. Apenas para citar alguns benefícios desses procedimentos para o processo de aprendizagem e, conseqüentemente, na construção de conhecimentos por parte do aluno. Ainda, nas oficinas de ensino o cotidiano dos alunos é problematizado e revisitado abordando-se questões de ordem social, histórica e ética, que auxiliam a compreensão dos assuntos abordados (Hodson, 1994; Marcondes, 2008; Vilches et al, 2001; Gil-Pérez et al, 2005).

Tudo isso implica em uma formação científica que permitirá aos cidadãos uma participação ativa na sociedade e na tomada de decisões nos assuntos que se referem à ciência e à tecnologia (Gil-Pérez et al, 2005).

Quando se trata de oficinas de ensino, essas se destacam por normalmente envolverem experimentações, além de várias outras estratégias contemplando uma temática relacionada ao cotidiano dos estudantes.

Visando a utilização de metodologias plurais de ensino, idealizou-se a elaboração de uma oficina abordando a temática “*Produtos Naturais*”, levando em conta a realização de experimentos com materiais alternativos, a utilização de recursos audiovisuais, debates relacionando o tema proposto ao cotidiano dos alunos. A elaboração e execução dessa oficina de ensino pretendia verificar a eficiência desse tipo de abordagem metodológica no Ensino de Química, estabelecer comparações em relação à participação, interesse e aproveitamento de alunos de escolas e cidades diferentes (duas escolas em Maringá/PR e uma em Barbosa Ferraz/PR), bem como as contribuições na formação inicial de licenciandos do curso de Química.

A oficina

Para a elaboração e aplicação da oficina, os esquemas apresentados por Gaia (2008) e Marcondes (2008) serviram como base para a construção de nosso próprio esquema de atuação, conforme apresentado na Figura 1.

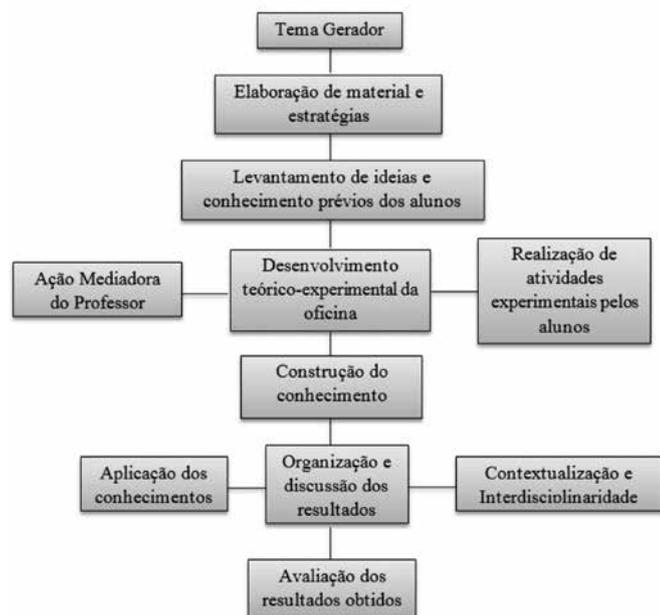


Figura 1: Esquema de organização para elaboração e execução da oficina.

No desenvolvimento da oficina, os três momentos pedagógicos descritos por Delizoicov *et al* (2002) foram utilizados, sendo eles: a **problematização**, que aborda situações e problemas reais que os alunos vivenciam e que permitem a manifestação de seus conhecimentos prévios, suas ideias e opiniões, seguida da **organização de conhecimentos**, momento em que conhecimentos específicos em relação ao tema da oficina são trabalhados e apresentados aos alunos para que compreendam o que está envolvido no estudo, e por fim, a **aplicação dos conhecimentos**, momento em que podem utilizar os conhecimentos trabalhados para explicarem acontecimentos e compreenderem o cotidiano e as situações envolvidas, tornando a aprendizagem mais significativa.

Nessa linha de pensamento e de acordo com Marcondes (2008), partiu-se de temas do cotidiano, estabeleceram-se ligações com a Química e outras áreas do conhecimento e utilizou-se da vivência dos alunos como parte no processo de organização e elaboração do conhecimento.

Elaboração da oficina

Iniciou-se a elaboração dessa oficina com a definição do tema gerador: **a própolis**. A escolha foi feita levando em conta que este produto está presente no cotidiano das pessoas e é utilizado com diversas finalidades. Além disso, acreditou-se que este tema era interessante e despertaria a curiosidade e motivação nos alunos.

A partir do tema gerador foram abordados vários assuntos envolvendo a química, procurando fazê-lo por meio de uma ação construtivista, que segundo Souza (2006), enfatiza a construção do conhecimento a partir da exploração e manipulação ativa de objetos ideais, explicando a aprendizagem por meio das trocas que o indivíduo realiza com o meio.

Para o desenvolvimento de atividades experimentais foi idealizado o uso de materiais alternativos, de fácil acesso e que pudessem ser posteriormente utilizados por professores. Desta forma, a produção de um sistema de destilação por arraste de vapor, que utiliza materiais que podem ser encontrados no dia a dia dos alunos, ocupou papel de destaque por ser o método de extração de óleos essenciais mais empregado e de baixo custo (Figura 2).



Figura 2: Sistema de destilação desenvolvido com materiais alternativos.

Neste sistema de destilação os balões utilizados como fonte de vapor e balão de destilação em um sistema comum foram substituídos por uma panela de pressão preenchida com água e uma lata de tinta modificada, com a inserção de um tubo de vidro em sua parte inferior e uma mangueira de látex hospitalar em sua tampa. Para conectar as partes do sistema, utilizou-se um pedaço de mangueira de PVC, comumente utilizada para a conexão de botijões de gás a fogareiros, e mangueira de látex hospitalar.

Para o desenvolvimento da oficina escolheu-se como público alvo alunos do terceiro ano do ensino médio, por estarem estudando Química Orgânica neste período. Os colégios contemplados para a aplicação da oficina foram: Colégio Estadual Rodrigues Alves (Maringá/PR), Colégio Estadual Alberto Jackson Byington Júnior (Maringá/PR), sendo estes os colégios nos quais os licenciandos realizavam estágio obrigatório, e o Colégio Estadual Luzia Garcia Villar (Barbosa Ferraz/PR). O projeto envolveu dois licenciandos do curso de Química da Universidade Estadual de Maringá, a orientadora de Estágio Supervisionado, três professores da Rede Pública de Ensino do Estado do Paraná e setenta alunos, sendo quarenta e nove estudantes de Maringá e vinte e um de Barbosa Ferraz.

O desenvolvimento da oficina de ensino foi estruturado na seguinte sequência: i) questionário inicial para compreensão dos conhecimentos prévios dos alunos, ii) desenvolvimento teórico/científico envolvendo a própolis, óleos essenciais e destilação por arraste de vapor, iii) desenvolvimento de atividade experimental investigativa por meio da extração do óleo essencial do eucalipto em um sistema de destilação por arraste a vapor desenvolvido com materiais alternativos, iv) questionário final para avaliação da construção dos conhecimentos por parte dos alunos, e v) avaliação da importância da elaboração e desenvolvimento de oficinas de ensino por alunos de graduação em licenciatura em Química na sua formação docente.

Ao início da oficina foi entregue a cada aluno uma folha impressa contendo algumas questões, sendo estas: 1 - *O que você entende por produtos naturais?* 2- *Você conhece a própolis? O que você sabe a respeito? De onde ela é obtida?* 3- *Você sabe o que são óleos essenciais? Explique.* 4- *Que tipo produtos utilizam em sua composição óleos essenciais? Qual o principal método de extração destes óleos?*

No segundo momento foram explorados os conhecimentos científicos que englobam a temática da oficina, buscando a interação com os alunos de forma a tornar explícito suas opiniões e experiências. Este momento teve início com a apresentação histórica da própolis, bem como a sua utilização no cotidiano, sua obtenção, composição e utilização terapêutica. Em seguida, tratou-se dos óleos essenciais. Neste contexto, foram abordados aspectos referentes à extração, composição e comercialização dos mesmos.

Na primeira atividade experimental desenvolvida os alunos realizaram testes de solubilidade com diversos solventes, para que pudessem relacionar de que forma suas polaridades influenciam em suas propriedades, e a partir daí entender tanto a separação do óleo essencial da água na destilação quanto a solubilidade da própolis em etanol.

O segundo experimento foi a extração do óleo essencial de eucalipto utilizando o sistema mostrado na Figura 2, foco da atividade experimental. Neste momento, foram realizados questionamentos, observações e mediações para que os estudantes conhecessem as funções de cada componente do sistema e pudessem relacionar conhecimentos teóricos com os práticos. Deve-se salientar que a participação dos alunos foi intensa durante as etapas de preparação do material de extração e da montagem do equipamento.

As questões do questionário final foram entregues em papel impresso para que os alunos pudessem respondê-las individualmente, sendo estas: 1- *Qual o principal método utilizado para extrair óleos essenciais?* 2- *Enumere alguns produtos utilizados em sua casa que possuem óleos essenciais em sua composição.* 3- *O que você conseguiu compreender de novo em relação à própolis e sua utilização?* 4- *Por que em escala industrial são utilizados princípios ativos sintéticos ao invés daqueles extraídos de produtos naturais?*

As respostas dos alunos aos diversos questionamentos foram analisadas conforme seu conteúdo e agrupadas em conjuntos formados por aquelas que envolvessem o mesmo conceito. Em alguns casos, as repostas continham mais de um conceito e foram contabilizadas em mais de um grupo.

Para avaliar as contribuições das oficinas de ensino na formação inicial de professores de Química (elaboração e desenvolvimento) foram realizados encontros entre os licenciandos e a orientadora de estágio durante cada etapa do processo. A finalidade era discutir os fatores julgados essenciais para desenvolver uma prática docente

de qualidade e melhorar as estratégias envolvidas na oficina.

Resultados e discussão

Os dados coletados permitiram avaliar o envolvimento e interesse dos alunos de diferentes realidades em uma atividade diferenciada. As respostas das questões relevantes ao nosso trabalho estão no corpo do texto e as demais estão detalhadas na forma de tabelas, presentes na seção Materiais Complementares.

Considerando o fato de que há muito vem sendo destacada a necessidade de um ensino contextualizado, as questões escolhidas como relevantes ao nosso trabalho foram aquelas que possibilitaram relacionar o tema produtos naturais com o campo de atuação da Química e a presença destes em produtos do cotidiano.

Com base nos resultados apresentados acima, o resultado mais intrigante foi o fato de muitos alunos não conseguirem visualizar a presença da Química em produtos naturais (Tabela 1). Tais respostas indicam que o ensino ao qual estes alunos estão submetidos não os prepara com a finalidade de

Na primeira atividade experimental desenvolvida os alunos realizaram testes de solubilidade com diversos solventes, para que pudessem relacionar de que forma suas polaridades influenciam em suas propriedades, e a partir daí entender tanto a separação do óleo essencial da água na destilação quanto a solubilidade da própolis em etanol.

promover uma real inserção na sociedade, pois não possibilita a compreensão dos conceitos químicos relacionados à vida cotidiana (Santos; Schnetzler, 1996).

Notou-se também que alunos da cidade de Barbosa Ferraz (voltada para a cultura agrícola) possuíam a ideia de que produtos naturais não passam por processos industriais e não apresentam conservantes em suas composições, enquanto os alunos da cidade de Maringá (mais voltada para a indústria) pensam que produtos naturais são aqueles provenientes da natureza (Tabela 1).

Ao comparar os dados da Tabela 1 com a Tabela 2 foi possível perceber que ao final da oficina todos os alunos foram capazes de identificar a presença de óleos essenciais em produtos existentes em suas casas. Isso mostra que o uso de metodologia plurais, associado à interação dialógica em sala de aula, instiga o aluno a se interessar pela presença da Química em seu cotidiano. Com base nisso, a atividade realizada apontou ser uma importante ferramenta de contextualização em Química Orgânica voltada para a área de produtos naturais comercializados.

As contribuições das oficinas de ensino nos processos de ensino e aprendizagem vêm sendo relatadas há certo tempo na literatura. Resultados mostram que as oficinas têm sido apresentadas como importantes ferramentas para um ensino contextualizado, pois tornam o ambiente propício para interações dialógicas entre o mediador e alunos e entre os próprios alunos, sendo estes diálogos importantes por possibilitarem aos alunos a manifestação quanto às suas ideias, dificuldades conceituais e seus entendimentos (Marcondes, 2008).

As contribuições das oficinas de ensino nos processos de ensino e aprendizagem vêm sendo relatadas há certo tempo na literatura. Resultados mostram que as oficinas têm sido apresentadas como importantes ferramentas para um ensino contextualizado, pois tornam o ambiente propício para interações dialógicas entre o mediador e alunos e entre os próprios alunos, sendo estes diálogos importantes por possibilitarem aos alunos a manifestação quanto às suas ideias, dificuldades conceituais e seus entendimentos (Marcondes, 2008).

Levando em consideração as diferentes vivências dos alunos que contribuíram para esta pesquisa, principalmente pelo fato de serem de cidades distintas, foi necessária a adequação das mediações realizadas. Segundo Silva (2012), o contexto é um importante fato a ser considerado na prática pedagógica, necessitando a adequação dos conteúdos às diferentes realidades, pois cada grupo social tem suas próprias particularidades que devem ser levadas em conta. Com base nisso, ao utilizar diferentes enfoques durante o desenvolvimento da oficina os alunos manifestaram maior interesse em relação à temática abordada por estarem diretamente inseridos neste contexto.

Para Bernstein (1996), a recontextualização refere-se à transferência de instrumentos de ensino de um contexto a outro, onde inicialmente ocorre um processo de descontextualização caracterizado pela seleção de textos adequados ao contexto em que será inserido. A recontextualização da oficina foi necessária na tentativa de promover uma aprendizagem significativa, pois se baseou na ideia de que é o contexto que faz a mediação entre o pensamento e aprendizagem, fornecendo ferramentas culturais e propiciando elementos para a interação entre

os sujeitos (Silva, 2012).

As discussões realizadas entre os licenciandos e orientadora apresentaram conclusões a respeito das contribuições das oficinas de ensino em suas formações iniciais. A utilização de metodologias plurais e diferenciadas adequadas às realidades dos contextos das salas de aula permitiram explorar diversas metodologias até então vistas teoricamente em sala de aula, e assim, inserindo-as à realidade vigente.

Tabela 1: Respostas da questão: *O que você entende por produtos naturais?*

Colégios	Não contém Química	Vêm da natureza	Não industrializados	Sem conservantes	Orgânicos	Não sabiam
1	9	11	0	0	3	2
2	4	14	2	0	0	4
3	11	1	7	13	0	1

Tabela 2: Respostas da questão: *Enumere alguns produtos utilizados em sua casa que possuem óleos essenciais em sua composição.*

Colégios	Identificaram produtos comercializados composto por óleos essenciais	Não identificaram produtos comercializados compostos por óleos essenciais
1	21	0
2	26	0
3	23	0

O desenvolvimento da oficina em diversos contextos possibilitou a inserção dos licenciandos em distintas realidades escolares, permitindo uma maior vivência em sala de aula, laboratórios de ensino e troca de experiências com os professores. Com isso, os futuros professores tiveram a oportunidade de aperfeiçoar suas habilidades em sala de aula, como domínio da classe, capacidade de mediação com os alunos, oratória, postura, dentre outros.

Por fim, todas as outras contribuições só foram possíveis devido ao planejamento formado pelas etapas de elaboração, desenvolvimento e avaliação da oficina. Ainda, para que este fosse cumprido, foi necessário que os licenciandos realizassem um levantamento bibliográfico, o que permitiu o contato com diferentes metodologias e novas tendências pedagógicas na pesquisa e ensino de Química.

Como futuros professores, foi possível compreender a importância das oficinas de ensino como recursos didáticos a serem utilizados, percebendo-se que a reflexão sobre a prática é de extrema importância e que a partir dela é possível desenvolver atividades diferenciadas que proporcionam resultados significativos no ensino de Química.

Além disso, de acordo com os professores das escolas que participaram dessa oficina, eles próprios foram beneficiados, pois puderam ampliar conhecimentos em relação ao processo de ensino e poderão se valer em outros momentos da metodologia empregada durante a preparação e execução da oficina.

Considerações finais

As manifestações dos alunos sobre o trabalho nas oficinas

Como futuros professores, foi possível compreender a importância das oficinas de ensino como recursos didáticos a serem utilizados, percebendo-se que a reflexão sobre a prática é de extrema importância e que a partir dela é possível desenvolver atividades diferenciadas que proporcionam resultados significativos no ensino de Química.

e suas participações nas mesmas representam um convite à continuidade dessa abordagem metodológica e incentivam sua divulgação para outros professores. Assim, mesmo considerando as dificuldades que hoje enfrentamos para exercer com dignidade nosso ofício docente, é um desafio e uma recompensa poder contribuir para que o aluno compreenda as coisas do mundo, se encontre nele e possa relacionar a Química com os fatos do seu cotidiano.

Ao serem inseridas no contexto escolar, as oficinas de ensino se destacaram como atividades fundamentais nos processos educativos, pois além de estimular a interação dos alunos com os conteúdos das disciplinas, acrescentam inúmeras exigências tanto aos licenciandos quanto aos professores: aos licenciandos a necessidade de planejamento, a realização de pesquisa bibliográfica, a adequação de atividades e materiais para a sala de aula e a reflexão de sua prática de ensino. Aos professores o contato com novas tendências pedagógicas, a reflexão de sua prática e o incentivo ao uso de atividades diferenciadas em sua prática docente, desafios que vivenciamos e que possibilitaram ampliação de nossos conhecimentos.

Manuel Edgardo Gomez Winkler (manuelgw@gmail.com) é graduado em licenciatura em Química pela UEM, mestrando do Programa de Pós Graduação em Química pela UEM. Maringá, PR – BR. **João Raul Belinato de Souza** (joaoraul@live.com) é graduado em licenciatura e bacharelado em Química pela UEM, mestrando do Programa de Pós Graduação em Química pela UEM. Maringá, PR – BR. **Marilide Beatriz Zorzi Sá** (mari.zorzi@hotmail.com) graduada em Química (licenciatura e bacharelado) pela UEM, Especialista em Psicopedagogia pela FAFJIAN, Especialista em Química e suas Aplicações pela UEM, mestre em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela UEM, doutora em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela UEM, professora Adjunta da UEM. Maringá, PR – BR.

Referências

- AUSUBEL, D. P. (2000). The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 67-68
- BEBRENS, M. A. Formação continuada de professores e a prática pedagógica. Curitiba: Editora Champagnat, 1996.
- BERNSTEIN, B. A estruturação do discurso pedagógico – classe, códigos e controle. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.
- CARVALHO, H. W. P. de. Ensino e aprendizado de química na perspectiva dinâmico- interativa. Experiências em Ensino de Ciências, v. 2, p.34-47, 2007.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Editora Cortez, 2002.
- DOS SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R. P. Função Social – O que significa ensino de química para formar o cidadão. Pesquisa no Ensino de Química, v.1, p. 28-34, 1996.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2011.

FREITAS-REIS, I. e FARIA, F. L. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. Química Nova na Escola, v. 37, p. 63-70, 2015.

GAIA, A. M.; ZAMBOM, D. M.; AKAHOSHI, L. H.; MARTORANO, S. A. A. e MARCONDES, M. E. R. Aprendizagem de conceitos químicos e desenvolvimento de atitudes cidadãs: o uso de oficinas temáticas para alunos do ensino médio. Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), UFPR, Curitiba, 2008.

GIL-PEREZ, D. et al. ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: Editora Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, 2005.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de

laboratorio. Enseñanza de Las Ciencias, v.12, p. 299-313, 1994.

LABURU, C. E.; MELLO, S. de e NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, p. 247-260, 2003.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. Em *Extensão*, v. 7, p. 67-77. 2008.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente*, v.4, p. 2-17, 2011.

SÁ, M. B. Z. O Programa PDE paranaense e sua influência sobre as práticas de professores de química. Tese de Doutorado

– Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

SILVA, R. M. G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, v. 18, p. 26-30, 2003.

SILVA, A. N. Um professor de química e dois contextos escolares: o conhecimento pedagógico do conteúdo em ação. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SOUZA, R. R.. Algumas considerações sobre as abordagens construtivistas para a utilização de tecnologias na educação. *Liinc em Revista*, v. 2, p. 42, 2006.

SOLBES, J., VILCHES, A. e GIL-PÉREZ, D. Formación del profesorado desde el enfoque CTS. Madrid: Editora Narcea, 2001.

Abstract: *A teaching workshop as a tool in the formative process of high school and undergraduates students.* The use of differentiated methodologies in Chemistry teaching has been shown as an alternative to the traditional teaching. Between them, the teaching workshops has a prominent role by the promotion of an education based on dialogs and daily facts. In this context, the present work reports the preparation and development of a workshop about Natural Products, as the analysis of the activity by the high school students view and the undergraduates students involved. The workshop was measured by the interpretation of students' questionnaires and reflections by undergraduates students' on their teaching practice oriented by their internship teacher. The results match with the literature data, highlighting the students' interest awakening and providing resources to the meaningful learning. The involvement of academics in such activities proved to be an important tool on their teaching posture and reflection on the teaching practice.

Keywords: Teaching workshops, teachers' initial formation, differentiated teaching.

Materiais Complementares

Tabela 1: Respostas da questão: *Você conhece a própolis? O que vocês sabem a respeito? De onde ela é obtida?*

Colégios	Conheciam a própolis	Conheciam aplicações	Sabiam de onde é obtida	Não conheciam
1	3	3	19	16
2	20	7	6	7
3	19	15	7	4

Tabela 2: Respostas da questão: *Você sabe o que são óleos essenciais? Explique.*

Colégios	Sabiam	Não sabiam	Extraídos de sementes	Extraídos de produtos naturais	Utilizados para dar cheiro	Óleos essenciais ao corpo humano
1	7	14	6	1	0	0
2	16	10	2	2	10	2
3	15	10	0	8	7	0

Tabela 3: Respostas da questão: *Que tipos de produtos utilizam em sua composição óleos essenciais? Qual o principal método de extração destes óleos?*

Colégios	Conheciam	Não conheciam	Perfumes e cosméticos	Produtos de limpeza	Conheciam um método	Não conheciam um método
1	1	20	1	0	0	21
2	6	20	6	0	2	24
3	6	18	1	4	7	16

Tabela 4: Respostas da questão: *Qual o principal método utilizado para extrair óleos essenciais?*

Colégios	Destilação por arraste de vapor	Destilação	Vaporização	Arraste de vapor	Condensador
1	14	3	4	0	0
2	10	9	0	7	0
3	6	5	0	6	6

Tabela 5: Respostas da questão: *O que você conseguiu compreender de novo em relação à própolis e sua utilização?*

Colégios	Aprenderam algo novo	Não aprenderam algo novo
1	16	5
2	26	0
3	22	1

Tabela 6: Respostas da questão: *Por que em escala industrial são utilizados princípios ativos sintéticos ao invés daqueles extraídos de produtos naturais?*

Colégios	Escassez de matéria prima	Custo elevado	Não souberam
1	11	0	10
2	15	9	2
3	13	0	10

Reações de oxi-redução e suas diferentes abordagens

Sabrina G. Klein e Mara E. F. Braibante

O presente trabalho tem por objetivo apresentar um panorama de como o conteúdo de oxi-redução, considerado de difícil ensino e aprendizagem, vem sendo desenvolvido em sala de aula, a fim de demonstrar suas diversas possibilidades de ensino bem como discutir suas implicações. Para realizar esse panorama realizamos uma busca por artigos publicados na revista QNEsc que abordaram o conteúdo de reações de oxi-redução, na qual foram encontrados 52 artigos. Para isso, escolhemos alguns critérios para verificação das abordagens e cada critério foi classificado em categorias que permitiram uma discussão da forma com que o ensino do conteúdo de oxi-redução vem sendo desenvolvido. Com isso percebemos a diversidade de assuntos que podem ser utilizados como forma de contextualização para abordagem das reações redox e também a variedade de atividades experimentais. Porém, observamos poucas discussões conceituais sobre o assunto na literatura.

► ensino de oxi-redução; levantamento de artigos da QNEsc; reações de oxi-redução ◀

Recebido em 02/10/2015, aceito em 09/10/2016

Os processos de oxidação e redução fazem parte de uma das principais classes de reações químicas sendo bastante comuns no nosso cotidiano, pois, assim como Joesten e Wood (1996) descreveram, nós vivemos em uma atmosfera oxidante. Ao ingerirmos um alimento, seus nutrientes sofrem diversas reações oxidativas pela ação do oxigênio. Além disso, as reações de oxidação-redução estão presentes em diversas situações fundamentais para o processo evolutivo da tecnologia e indispensáveis para a vida, como a produção de energia elétrica. Segundo Atkins e Jones (2006), as reações redox são extraordinariamente versáteis. Muitas reações comuns, como a combustão, a corrosão, a fotossíntese, o metabolismo dos alimentos e a extração de metais de minério, parecem completamente diferentes, mas ao examinarmos essas reações a nível molecular, sob a óptica de um químico, pode-se ver que elas são exemplos de um único tipo de processo.

De Jong et al. (1995) constataram que os professores percebem as reações redox como um dos tópicos da química mais difíceis de ensinar e os alunos em aprender. Anselme (1997) também ressaltou essa dificuldade em entender a

oxidação-redução, principalmente na mudança do domínio da química inorgânica para orgânica, dizendo que às vezes tornam-se experiências traumáticas aos estudantes.

Três importantes dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos estudantes descritas em algumas pesquisas são: 1) dificuldade em compreender a oxidação e a redução como reações complementares; 2) dificuldade em identificar os agentes oxidantes e redutores; (De Jong; Treagust (2002 apud Österlund; Berg; Ekborg, 2010); 3) a compreensão que reações redox são definidas como perda e ganho de oxigênio (Österlund; Ekborg, 2009).

Quanto às dificuldades de ensino, De Jong et al (1995) apresentam os principais conceitos e procedimentos relacionados com o conteúdo como causadores de problemas como sendo: transferência de elétrons; identificação de agentes redutores e oxidantes; número de oxidação e seus valores; balanceamento das equações redox e força relativa dos agentes oxidantes e redutores. Para os professores, este estudo verificou que não são levadas em conta as necessidades dos estudantes em aprender novas concepções, oferecendo aos estudantes problemas inadequados, explicações supérfluas, terminologias confusas, ignorando as concepções alternativas, e pouco relacionando o tema com aplicações industriais.

Assim, devido à importância desse conteúdo e por

A seção "Conceitos científicos em destaque" tem por objetivo abordar, de maneira crítica e/ou inovadora, conceitos científicos de interesse dos professores de Química.

apresentar dificuldades de ensino e aprendizagem, o objetivo deste trabalho é investigar como as reações redox estão sendo exploradas a fim de verificar suas diferentes abordagens. Para isso, utilizamos como base, artigos publicados na revista Química Nova na Escola (QNEsc), pois acreditamos que estes nos permitem demonstrar como este conteúdo vem sendo tratado por pesquisadores da área.

Metodologia de Análise

Este artigo baseia-se em uma revisão bibliográfica dos trabalhos publicados na revista QNEsc sobre o conteúdo de oxidação-redução. A escolha desta revista se deve ao fato de sua representatividade no ensino de Química, sendo muito utilizada como referencial por alunos de graduação e professores do ensino médio e superior. O foco deste trabalho, predominantemente qualitativo, foram os artigos que abordavam, de alguma forma, as reações redox. A busca pelos artigos foi feita pelo site da revista, através das palavras-chave: redox, oxidação, redução, oxidação-redução, oxirredução, oxidação-redução, pilhas e eletroquímica. Todos os artigos que apresentavam essas palavras, repetidas durante seu texto, passaram a fazer parte deste trabalho. Para demonstrar as diferentes abordagens escolhemos alguns critérios:

- Quanto à abordagem: teórica ou experimental;
- Quanto ao foco em subáreas da química: inorgânica, orgânica, bioquímica;
- Quanto aos contextos de estudo: científico, tecnológico, social, ambiental;
- Quanto às reações redox: conceitua ou não conceitua, formas de conceituação, uso dos termos número de oxidação e/ou estado de oxidação;
- Quanto ao tema ou assuntos utilizados para seu estudo.

Como forma de verificação desses critérios, criamos categorias com base na Análise Textual Discursiva. Esta metodologia de análise de dados, de acordo com Morais (2003), passa pelo processo de *desmontagem de textos*, que implica em examinar em detalhes os materiais, fragmentando-os

para atingir unidades de significados. Em seguida realiza-se o *estabelecimento de relações*, processo denominado de categorização, onde se constrói relação entre as unidades base, e por fim *captando o novo emergente*, onde se possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo.

Assim, para o critério abordagem, foram considerados experimentais todos os artigos que apresentaram proposta de realização de alguma atividade experimental e teóricos os que apresentaram apenas questões teóricas. Quanto ao foco em subáreas, averiguamos quais utilizavam reações inorgânicas de oxidação-redução e quais os que abordavam reações orgânicas, ou bioquímicas. Quanto ao contexto de estudo, levamos em consideração a percepção dos pesquisadores e também os que apresentaram, de forma escrita, a preocupação em relacionar os conceitos científicos com aspectos, sociais, tecnológicos e ambientais. Para verificar os contextos apresentados nos artigos criamos categorias que estão descritas no Quadro 1.

Quanto às reações redox as seguintes categorias foram criadas: conceituam o conteúdo, não conceituam o conteúdo, utilizam o termo estado de oxidação ou número de oxidação, utilizam ambos os termos, ou ainda, não apresentam nenhum dos termos. Por fim, para o critério tema/assunto, procuramos fazer um levantamento das diferentes abordagens desse conteúdo.

Resultados e Discussões

Encontramos 52 artigos que abordam reações de oxidação-redução, de um total de aproximadamente 550 artigos publicados na revista, no intervalo de tempo de 1995, ano da primeira publicação da revista, até o ano de 2014. Incluímos também artigos que não tinham como foco principal reações de oxidação-redução, mas apresentavam este tipo de reação no seu contexto. Esta escolha teve como objetivo demonstrar a diversidade e importância que essas reações assumem. No Quadro 2 listamos por ordem cronológica, todos os artigos localizados na pesquisa sobre o assunto de reações

Quadro 1: Classificação dos contextos

Categoria	Significado	Descrição
C	Científico	Enfoca apenas caráter científico
CT	Científico e Tecnológico	Enfoca o caráter científico associado com aspectos tecnológicos
CA	Científico e Ambiental	Enfoca o caráter científico associado com aspectos ambientais
CS	Científico e Social	Enfoca o caráter científico associado com aspectos sociais
CTS	Caráter Científico-tecnológico-social	Enfoca o caráter científico associado com aspectos tanto tecnológicos quanto sociais
CTA	Caráter Científico-tecnológico-ambiental	Enfoca o caráter científico associado com aspectos tanto tecnológicos quanto ambientais
CSA	Científico-social-ambiental	Enfoca o caráter científico associado com aspectos tanto sociais quanto ambientais
CTSA	Científico-tecnológico-social-ambiental	Enfoca o caráter científico associado com aspectos tanto tecnológicos quanto sociais e ambientais

redox. Neste quadro elencamos os critérios estabelecidos em cada artigo e a seguir discutimos cada critério e suas implicações.

Quanto à abordagem

Através do Gráfico 1, pode-se verificar que dos 52 artigos encontrados que exploram o conteúdo de reações

Quadro 2: Análise dos artigos

Título/ Autores/ volume e/ou número da revista /Ano de publicação	Abordagem	Subárea	Contexto	Reação redox	Tema
A procura da vitamina C (Silva, Ferreira e Silva, n. 2, 1995)	Experimental	Orgânica e Bioquímica	C	- Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Saúde
Potencial de redução e eletronegatividade (Lopes, n. 4, 1996)	Teórico	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Hálito culpado, o princípio químico do bafômetro (Braathen, n. 5, 1997)	Experimental	Orgânica	CS	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Pilhas modificadas empregadas no acendimento de lâmpadas (Hioka et al, n. 8, 1998)	Experimental	Inorgânica	C	- Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda (Azevedo, n. 10, 1999)	Teórico	Orgânica	CTA	-Não conceitua - Utiliza ambos os termos	Meio ambiente
Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia (Souza e Barbosa, n. 12, 2000)	Teórico	Inorgânica	CSA	-Não conceitua - Termo estado de oxidação	Meio ambiente
Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio no ar (Braathen, n. 12, 2000)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Pilha de Cu/Mg (Hioka et al, n. 11, 2000)	Experimental	Inorgânica	C	- Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental (Bocchi, Ferracin e Biaggio, n. 11, 2000)	Teórico	Inorgânica	CTA	-Não conceitua - Utiliza potencial padrão	Meio ambiente
Polímeros condutores (Faez et al, n. 11, 2000)	Teórico	Orgânica	CT	-Não conceitua - Termo estado de oxidação	Tecnologia
Uma abordagem alternativa para o ensino da função álcool (Rodrigues et al, n. 12, 2000)	Experimental	Orgânica	CS	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Saúde
Plásticos inteligentes (De Paoli, Ed. especial, 2001)	Teórico	Orgânica	CT	- Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
Tratando nossos esgotos, processos que imitam a natureza (Guimarães e Nour, Ed. Especial, 2001)	Teórico	Orgânica	CA	- Não conceitua - Ambos os termos	Meio ambiente
Algumas reações do enxofre de impacto ambiental (Cardoso e Franco, n. 15, 2002)	Experimental	Inorgânica	CA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Meio Ambiente
Células a combustível: energia limpa a partir de fontes renováveis (Villullas, Ticianelli e González, n. 15, 2002)	Teórico	Inorgânica	CTSA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
Reação relógio iodeto/iodo (Teófilo, Braathen e Rubinger, n. 16, 2002)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Saneamento ambiental por métodos eletroquímicos (Ibanez, n. 15, 2002)	Experimental	Inorgânica	CA	-Não conceitua - Termo estado de oxidação	Meio ambiente
A importância da vitamina C (Fiorucci et al, n. 17, 2003)	Teórico	Bioquímica	CS	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Saúde

Quadro 2: Análise dos artigos (cont.)

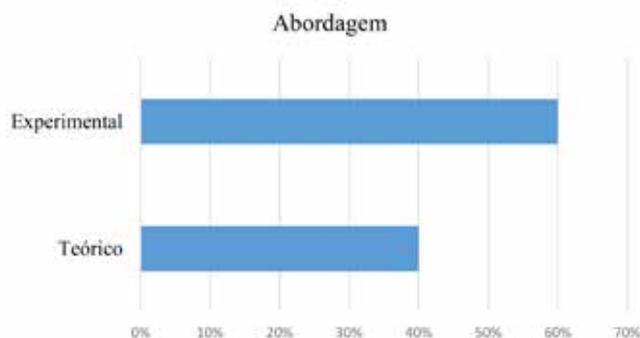
Título/ Autores/ volume e/ou número da revista /Ano de publicação	Abordagem	Subárea	Contexto	Reação redox	Tema
Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água (Sanches, Silva e Vieira, n. 17, 2003)	Teórico	Inorgânica	CA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Meio ambiente
Ciclos globais de carbono, nitrogênio e oxigênio (Martins et al, n. 5, 2003)	Teórico	Inorgânica e Orgânica	CA	- Não conceitua - Utiliza ambos os termos	Meio ambiente
Origem, produção e composição química da cachaça (Pinheiro, Leal e Araújo, n. 18, 2003)	Teórico	Orgânica	CS	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Saúde
Oxidação de metais (Palma e Tiera, n. 18, 2003)	Experimental	Inorgânica	C	- Não conceitua; - Não utiliza nenhum dos termos;	Conteúdo Químico
Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico (Merçon, Guimarães e Mainier, n. 19, 2004)	Teórico	Inorgânica	CT	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
Determinação simples de oxigênio dissolvido em água (Ferreira et al, n. 19, 2004)	Experimental	Inorgânica	CTSA	-Não conceitua - Termo estado de oxidação	Meio ambiente
O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de Química Orgânica do ensino médio (Mendonça, Campos e Jófili, n. 20, 2004)	Teórico	Inorgânica e Orgânica	C	-Não conceitua - Ambos os termos	Conteúdo Químico
A corrosão na abordagem de cinética Química (Costa et al, n. 22, 2005)	Experimental	Inorgânica	CTS	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos (Fiorucci e Filho, n. 22, 2005)	Teórico	Inorgânica e Orgânica	CA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Meio Ambiente
A utilização do elemento tecnécio-99m no diagnóstico de patologia (Araújo, n. 6, 2005)	Teórico	Inorgânica	C	-Não conceitua - Termo estado de oxidação	Conteúdo Químico
Experimentos com alumínio (Costa et al, n. 23, 2006)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Preparo e emprego do reagente de Benedict na análise de açúcar: uma proposta para ensino de Química Orgânica (Oliveira, MAIO 2006)	Experimental	Orgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no ensino médio (Carvalho, Lupetti, e Fatibello-Filho, n. 22, 2006)	Experimental	Bioquímica	C	- Conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Um experimento simples envolvendo o óxido-redução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia (Junior e Dochi, n. 23, 2006)	Experimental	Inorgânica	CS	- Conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
A maresia no ensino de química (Wartha et al, n. 26, 2007)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Corrosão de metais por produtos de limpeza (Souza et al, n. 26, 2007)	Experimental	Inorgânica	CTSA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia e Meio ambiente
Experimentos para identificação dos íons ferro em medicamentos (Eleotério et al, n. 26, 2007)	Experimental	Inorgânica	C	- Não conceitua - Termo estado de oxidação	Saúde
A efervescente reação entre dois oxidantes de uso doméstico e a sua análise química por medição de espuma (Rezende et al, n. 30, 2008)	Experimental	Inorgânica	CA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Meio Ambiente

Quadro 2: Análise dos artigos (cont.)

Título/ Autores/ volume e/ou número da revista /Ano de publicação	Abordagem	Subárea	Contexto	Reação redox	Tema
A questão do mercúrio em lâmpada fluorescente (Júnior e Windmöller, n. 28, 2008)	Teórico	Inorgânica	CA	- Não conceitua - Termo estado de oxidação	Meio ambiente
Escurecimento e limpeza de objetos de prata - um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução (Sartori, Batista e Fatibello-Filho, n. 30, 2008)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Termo estado de oxidação	Conteúdo Químico
Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica (Sanjuan et al, v. 31, n. 3, 2009)	Teórico	Inorgânica	C	- Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Contextualização do ensino de Química em uma escola militar (Scafi, v. 32, n. 3, 2010)	Experimental	Inorgânica	C	- Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Análise experimental da resistência à corrosão e da velocidade de corrosão: uma proposta pedagógica (Vaz, Assis, e Codaro, v. 33, n. 1, 2011)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais (Merçon, Guimarães e Mainier, v. 33, n. 1, 2011)	Experimental	Inorgânica	CTSA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade de metais (Fraga et al, v. 33, n. 4, 2011)	Experimental	Inorgânica	CS	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Aumentando o interesse do alunado pela química escolar e implantação da Nova Proposta Curricular Mineira: desenvolvimento e resultados de projeto seminal realizado no PIBID-UFSJ (Pinheiro, v. 34, n. 4, 2012)	Experimental	Inorgânica	CA	- Não conceitua - Termo número de oxidação	Meio ambiente
Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA (Rebello et al, v. 34, n. 1, 2012)	Experimental	Inorgânica	CTSA	- Não conceitua - Termo número de oxidação	Tecnologia
Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos (Pazinato et al, v. 34, n. 1, 2012)	Experimental	Orgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Saúde
A gota salina de Evans: um experimento investigativo, construtivo e interdisciplinar (Matos, Takata e Banczek, v. 35, n. 4, 2013)	Experimental	Inorgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Conteúdo Químico
Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo (Sartori et al, Vol. 35, N° 2, 2013)	Experimental	Inorgânica	C	- Conceitua - Termo estado de oxidação	Conteúdo Químico
A Química dos chás (Braibante et al, v. 36, n. 3, 2014)	Teórico	Orgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Saúde
Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação (Rosa, Silva e Galvan, prelo, 2014)	Experimental	Bioquímica e Orgânica	C	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Tecnologia
Especiação química e sua importância nos processos de extração mineral e de remediação ambiental (Ladeira et al, n. 8, 2014)	Teórico	Inorgânica	CA	- Não conceitua - Ambos os termos	Meio Ambiente
Origem e controle do fenômeno drenagem ácida de mina (Mello, Duarte, Ladeira, n. 8, 2014)	Teórico	Inorgânica	CA	-Não conceitua - Não utiliza nenhum dos termos	Meio ambiente

redox, 60% trazem uma abordagem experimental, além de explorar a parte teórica, e 40% dos artigos apresentam uma abordagem puramente teórica. Destaca-se dessa maneira, a importância das atividades experimentais no âmbito educacional das reações de oxi-redução, onde os artigos analisados demonstraram-se propícios para a aprendizagem do conceito.

A utilização de atividades experimentais no ensino já tem sido alvo de muitos estudos que demonstram sua importância no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, revelam que esse tipo de atividade é motivadora, instigante e permite a participação ativa dos estudantes (Giordan, 1999; Galiuzzi et al., 2001; Araújo; Abid, 2003; Suart, 2008; Durand, 2015).



40

Gráfico 1: Representação percentual do critério Abordagem.

Quanto ao foco em subáreas da química

Dos artigos localizados, 70% tinham como foco a química inorgânica, 18% a orgânica e 3% a bioquímica. Ainda, 6% dos artigos apresentavam tanto o enfoque em reações inorgânicas quanto orgânicas, e 3% em reações bioquímicas e orgânicas (Gráfico 2). Dessa forma, observa-se que são poucos os artigos que exploram as reações redox orgânicas e bioquímicas. A maioria enfoca o ensino das reações inorgânicas, que também são utilizadas na físico-química, abordadas geralmente no currículo do primeiro e segundo ano do nível médio. Apenas alguns poucos artigos não fazem distinção de subáreas e enfocam reações redox na química orgânica e inorgânica juntas, ou bioquímica e orgânica, até mesmo porque um determinado tema ou assunto requer este tratamento.

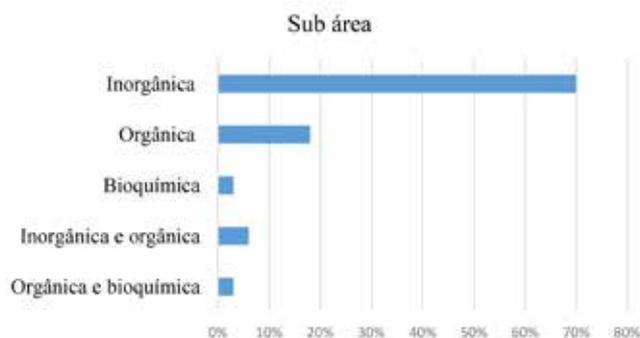


Gráfico 2: Representação percentual do critério Subárea.

Acreditamos que isso se deve à organização curricular atual, que divide o ensino em química inorgânica para o

1º ano, físico-química para o 2º ano e orgânica para o 3º ano. Mas julgamos importante uma abordagem que permita tratar estas questões de forma conjunta, pois pode favorecer a aprendizagem, não levando os estudantes a pensar de forma fragmentada.

Quanto aos contextos de estudo

Para esse critério, verificamos (Gráfico 3), que o enfoque de caráter apenas científico (C), foi explorado, em 44% dos artigos encontrados. Artigos que relacionavam os conceitos científicos com questões ambientais (CA) somam 22%. Os que apresentaram aspectos científicos e sociais (CS) foram 11%. Somente 9% dos artigos associam questões científicas com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais (CTSA). Já os artigos com enfoques científico e tecnológico (CT) representam um percentual de 6%. Artigos com características de científico, tecnológico e ambiental (CTA) representam 4%. Abordagens científica, social e ambiental (CSA) e científico, tecnológico e social (CTS) somam 2% cada.

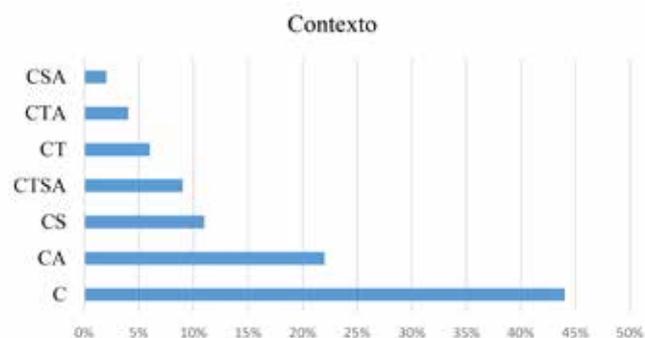


Gráfico 3: Representação percentual do critério Contexto.

As questões puramente científicas estão em maior proporção. Esse fato demonstra que ainda existe muita preocupação com o entendimento científico, o que é importante, mas não o suficiente. São poucos os trabalhos de oxi-redução que abordam além do conhecimento científico, aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, que são considerados muito importantes quando se fala na formação cidadã de nossos estudantes. Nessa perspectiva, um enfoque em destaque no ensino de ciência é o da educação CTS, às vezes denominada de CTSA, com o propósito de destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental (Santos, 2012), em que um de seus objetivos, apresentado por Auler (2007) é justamente a formação de cidadãos capazes de tomar decisões, sendo científica e tecnologicamente alfabetizados.

O Quadro 3 apresenta alguns trechos dos artigos publicados na revista Química Nova na Escola que representam a categorização utilizada e evidenciamos em **negrito** as palavras chaves que nos levaram a essa classificação.

Destacamos que nesse espaço analisamos os artigos que tiveram como foco principal o ensino científico relacionado com os outros aspectos citados, não realizamos uma análise crítica a respeito da real implementação desses aspectos,

Quadro 3: Trechos destacados para análise de contexto.

Categorias	Trechos
C	“Neste trabalho, propomos a utilização de uma atividade experimental de química, em que ocorre um processo de corrosão, com o objetivo de propiciar ao aluno a articulação entre os conceitos trabalhados e os fenômenos de corrosão que acontecem no seu cotidiano.” (Vaz, et al., 2011) (GRIFO NOSSO)
CT	“Neste artigo descreve-se esta classe de materiais mostrando a sua constituição química , dando algumas informações sobre a sua história e forma de obtenção. Descreve-se a razão pela qual eles são chamados de “inteligentes”. Discutem-se ainda as aplicações mais importantes para estes materiais , ou seja, a montagem dos chamados dispositivos eletrocromicos, eletromecânicos e fotoeletroquímicos.” (De Paoli, 2001) (GRIFO NOSSO)
CA	“Este artigo discute alguns aspectos da relação entre mercúrio , lâmpadas fluorescentes e métodos de descontaminação de seus resíduos . Lâmpada fluorescente é um tema ligado à importante preocupação ambiental devido ao seu alto teor de mercúrio, um metal reconhecidamente tóxico.” (Júnior e Windmöller, 2008) (GRIFO NOSSO)
CS	“Discussões e debates sobre as implicações sociais dos fenômenos de corrosão, dentre elas os gastos da sociedade no reparo ou substituição de materiais desgastados por processos oxidativos...” (Junior e Docchi, 2006) (GRIFO NOSSO)
CTS	“O presente trabalho visa apresentar os resultados de uma aula experimental aplicada em turmas da segunda série do Ensino Médio, na qual, a partir do estudo cinético da reação de oxirredução do alumínio em meio ácido, fez-se uma interação entre ciência, tecnologia e sociedade .” (Costa, et al, 2005) (GRIFO NOSSO)
CTA	“Este artigo define o que são pilhas e baterias, apresentando o funcionamento das que mais freqüentemente aparecem no dia-a-dia dos brasileiros . Além disso, considerando que algumas dessas pilhas e baterias têm componentes tóxicos , discute o que fazer com pilhas usadas para evitar problemas ambientais .” (Bocchi et al., 2000) (GRIFO NOSSO)
CTSA	“A corrosão é um fenômeno químico comumente presente em nosso cotidiano e que possibilita a abordagem de vários conceitos químicos , bem como sua correlação com aspectos tecnológicos, sociais e ambientais .” (Souza, et al, 2007) (GRIFO NOSSO)

principalmente quando categorizamos como sendo CTS ou CTSA.

Quanto às reações redox

Dentro desse critério verificamos os artigos que envolvem ou não a conceituação das reações redox. Encontramos apenas 6% (3 artigos) que conceituavam as reações e assim, os demais, 94% dos artigos não as conceituavam (Gráfico 4). O Quadro 4 apresenta a forma como os artigos conceituaram as reações redox.

As conceituações apresentadas nos artigos tratam as reações redox como perda e ganho de elétrons, associando isso a mudança de estado de oxidação. Ademais, verificamos que os três artigos que conceituam são do mesmo autor, Fatibello-Filho, e Sartori, aparece em dois deles.

No Quadro 5 selecionamos trechos de alguns artigos que chamaram a atenção por não apresentarem a conceituação de oxi-redução em compostos orgânicos, como apresentado nos dois primeiros exemplos descritos no quadro. Nosso destaque a esse fato se dá pelo motivo do mecanismo das reações de oxi-redução para compostos orgânicos ser diferente do que em compostos inorgânicos, e dessa forma, isso não vem sendo explorado. Fazemos essa afirmação baseados nas diferentes definições existentes para explicar as reações redox.

De acordo com a IUPAC (p. 1048, 2014) a oxidação é: 1) remoção completa de um ou mais elétrons de uma entidade molecular; 2) aumento no número de oxidação de qualquer átomo em qualquer substrato; 3) Ganho de oxigênio ou perda

de hidrogênio de qualquer substrato orgânico. Todas as oxidações cumprem os critérios 1 e 2, e muitas se encontram no critério 3, porém isso nem sempre é de fácil demonstração. Para Ringnes (1995 apud Osterlund; Ekborg, 2009) existem quatro modelos utilizados para a explicação das reações redox: modelo de elétrons, modelo do número de oxidação, modelo do oxigênio e modelo do hidrogênio.

Embora acreditando que o objetivo destes trabalhos não era conceituar reações redox, gostaríamos de destacar que apenas a utilização de atividades diferenciadas para o ensino do conteúdo, principalmente com a realização de atividades experimentais, ao nosso entender, não são suficientes. Consideramos as discussões conceituais básicas importantes para a construção do conhecimento, visto as dificuldades apresentadas no ensino-aprendizagem deste conceito. A nosso ver, as práticas diferenciadas são muito importantes, mas devem ser acompanhadas de conceitos bem definidos para o que o ensino-aprendizagem tenham mais oportunidades de se concretizar.

Como destacado pelo PCNEM (2000), o aprendizado de Química implica em compreender as transformações químicas que ocorrem no mundo físico e esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção do conhecimento científico. Com isso, observamos que a porcentagem de trabalhos analisados que não conceituam as reações de oxi-redução é bastante expressiva e preocupante, levando-se em consideração a importância da apropriação da linguagem científica por parte dos estudantes.

Quadro 4: Conceituação das reações redox pelos artigos.

Artigo	Conceituação
(Sartori et al.; 2008)	“Basicamente, uma reação de oxidação-redução envolve a transferência de elétrons de uma espécie para outra, ocorrendo, respectivamente, perda e ganho de elétrons, resultando em uma mudança no estado de oxidação das espécies envolvidas. (...) O processo de redução ocorrerá simultaneamente ao de oxidação, pois os elétrons recebidos pela espécie que se reduz serão cedidos pela espécie que sofre oxidação. (...) A oxidação resulta na perda de um ou mais elétrons pela espécie (átomos, íons ou moléculas). Quando ela perde elétrons, diz-se que foi oxidada e seu estado de oxidação atinge valores mais positivos. O agente oxidante recebe elétrons de uma outra substância e torna-se reduzido. Por outro lado, a redução é, por sua vez, o processo que resulta em ganho de um ou mais elétrons pelas espécies. Quando uma espécie recebe elétrons, diz-se que ela foi reduzida e seu estado de oxidação diminui. Para saber se uma dada reação de oxidação-redução vai se processar espontaneamente, é preciso consultar tabelas contendo os potenciais-padrão de redução (E°) de cada uma das semireações envolvidas.”
(Carvalho et al., 2005)	“As reações de oxi-redução envolvem perda e ganho de elétrons, onde as espécies que ganham elétrons sofrem redução e as que perdem, sofrem oxidação. A Eq. (1) exemplifica um processo redox: $\text{Cu} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} \quad (1)$ onde o cobre sofre oxidação, perdendo 2 elétrons que são transferidos ao oxigênio, que é então reduzido, formando óxido de cobre(II). O oxigênio é o agente oxidante da reação e o cobre, o agente redutor.”
(Sartori, et al, 2013)	“Por convenção, o eletrodo com carga negativa na célula eletrolítica é denominado cátodo, enquanto o carregado positivamente é chamado ânodo, o oposto ao encontrado numa célula galvânica (ex. bateria). Quando uma espécie (átomos, íons ou moléculas) perde elétrons, diz-se que foi oxidada e seu estado de oxidação atinge valores maiores. Por outro lado, quando uma espécie recebe elétrons, diz-se que ela foi reduzida e seu estado de oxidação diminui. Ambos os processos ocorrem simultaneamente: os elétrons recebidos pela espécie que se reduz serão cedidos pela espécie que está sofrendo oxidação.”

Quadro 5: Trechos de artigos que não conceituaram as reações redox.

Trechos
“A detecção da embriaguez por esse instrumento é visual, pois a reação que ocorre é a oxidação de álcool a aldeído e a redução do dicromato a cromo (III), ou mesmo a cromo (II) . A coloração inicial é amarelo-alaranjada, devido ao dicromato, e a final é verde-azulada, visto ser o cromo (III) verde e o cromo (II) azul.” (Braathen, 1997) (GRIFO NOSSO)
“ Oxidação e esterificação: são reações de álcoois e aldeídos com oxigênio e entre álcoois e ácidos produzindo ésteres. ... Estes álcoois são oxidados produzindo aldeídos, ácidos e ésteres, que atribuirão aroma, sabor e cor à bebida.” (Pinheiro et al., 2003) (GRIFO NOSSO)
“A corrosão é um processo espontâneo e passível de ocorrer quando o metal está em contato com um eletrólito, tendo início com a oxidação do metal .” (Souza et al; 2007) (GRIFO NOSSO)

Quanto ao uso dos termos estado de oxidação e número de oxidação, verificamos que 71% artigos não fizeram uso dos termos em sua escrita, 17% utilizaram o termo estado de oxidação, 4% número de oxidação e ainda 8% apresentaram os dois termos (Gráfico 4).

Pelos dados obtidos observamos que os termos estado de oxidação e número de oxidação são utilizados por poucos

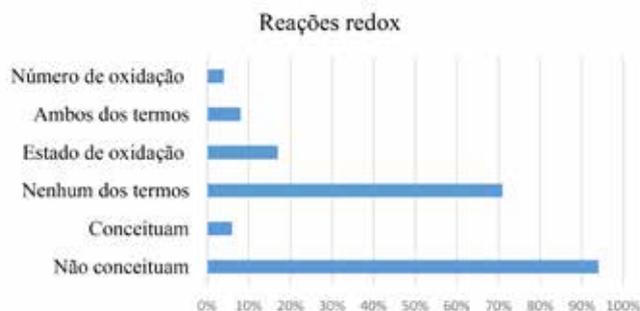


Gráfico 4: Representação percentual do critério Reações redox.

artigos. No Quadro 6 destacamos alguns trechos dos artigos que utilizam os termos e verificamos que ambos são tratados como sinônimos. Este fato fica claro nos três artigos que apresentaram ambos os termos, estado de oxidação e número de oxidação (Guimarães; Nour, 2001; Martins et al., 2003; Mendonça et al., 2004). Apenas dois artigos utilizam somente o termo número de oxidação, mas nestes não houve explicação sobre a utilização do termo. Já os 9 artigos que usaram apenas o termo estado de oxidação, alguns explicavam a função do termo, como no primeiro exemplo apresentado no Quadro 6, já outros apenas citam o termo sem explicar, como no segundo exemplo do Quadro 6.

Buscamos averiguar a utilização desses termos devido ao fato de suas diferentes abordagens. Alguns autores como Atkins e Jones (2006) falam em número de oxidação, já Silverstein (2011) utiliza estado de oxidação. Nos artigos analisados há ainda os que utilizam ambos os termos em seu texto, tratando-os como sinônimos, assim como também faz o artigo de Jensen (2011). Porém, a IUPAC (p. 1049, 2014) e

Quadro 6: Termos estado de oxidação e número de oxidação utilizados nos artigos analisados.

Estado de oxidação	<p>“...uma reação de oxidação-redução envolve a transferência de elétrons de uma espécie para outra, ocorrendo, respectivamente, perda e ganho de elétrons, resultando em uma mudança no estado de oxidação das espécies envolvidas... Quando ela perde elétrons, diz-se que foi oxidada e seu estado de oxidação atinge valores mais positivos... Quando uma espécie recebe elétrons, diz-se que ela foi reduzida e seu estado de oxidação diminui.” (Sartori et al., 2008) (GRIFO NOSSO)</p> <p>“No processo de oxidação, o íon ferro tem seu estado de oxidação alterado, portanto, o professor pode discutir com os alunos os conceitos relativos à oxidação e redução das substâncias.” (Eleotério, et al, 2007) (GRIFO NOSSO)</p>
Número de oxidação	<p>“Os alunos se interessaram em compreender o fenômeno envolvido, mas pediram para revisar alguns conceitos básicos como oxidação e redução; agente redutor e oxidante; e número de oxidação.” (Pinheiro, 2012) (GRIFO NOSSO)</p> <p>“O tema nanotecnologia permite a discussão de vários conceitos fundamentais em química, além de Classificação Periódica dos Elementos, tais como funções inorgânicas, estequiometria, número de oxidação, equações de oxirredução, além da preparação de soluções e transferência de líquidos...” (Rebello et al, 2012) (GRIFO NOSSO)</p>
Estado de oxidação e número de oxidação	<p>“A desnitrificação ocorre em toda a superfície terrestre, num processo que reduz o nitrogênio desde o estado de oxidação +V (NO_3) até zero (N_2) ... Muitos compostos contendo nitrogênio são encontrados na natureza, pois este elemento químico possui grande capacidade de fazer ligações químicas, com números de oxidação variando de (-3) a (+5).” (Martins, et al., 2003) (GRIFO NOSSO)</p> <p>“O nitrogênio pode existir em vários estados de oxidação na natureza, e todos essas espécies possuem a sua importância ambiental, industrial, biológica etc. No entanto, em sistemas aquáticos as formas que predominam e que são importantes para avaliação da qualidade da água apresentam número de oxidação 3-, 0, 3+ e 5+.” (Guimarães e Nour, 2001) (GRIFO NOSSO)</p>

Look (2011) fazem uma distinção entre os termos. Há ainda o conceito de Clayden et al (p. 35, 2001), que apresentam uma definição de nível de oxidação, sendo esta uma forma diferente de conceituação das demais. Dessa forma, esses termos ainda não são bem definidos, causam alguma confusão e isso vem sendo pouco discutido.

De acordo com a IUPAC (p. 1049, 2014), o número de oxidação de um átomo central em uma esfera de coordenação é a “carga” que deveria suportar se todos os ligantes forem removidos juntamente com os pares de elétrons que foram compartilhados com o átomo central, sendo representado por números romanos.

Já o estado de oxidação é uma medida do grau de oxidação de um átomo em uma molécula. É definido de acordo com um conjunto de regras: (1) o estado de oxidação de um elemento livre (não combinado) é zero; (2) para um íon monoatômico, o estado de oxidação é igual à carga líquida do íon; (3) hidrogênio tem um estado de oxidação de +1 e oxigênio tem um estado de oxidação de -2 na maioria dos compostos (as exceções são: o hidrogênio tem um estado de oxidação de -1 em hidretos metálicos, ex. LiH , e o oxigênio tem um estado de oxidação de -1 em peróxidos, por exemplo, H_2O_2); (4) a soma algébrica dos estados de oxidação de todos os átomos numa molécula neutra deve ser igual a zero, enquanto que em íons a soma algébrica dos estados de oxidação dos átomos constituintes deve ser igual à carga do íon. Quanto maior o estado de oxidação de um átomo, maior é o seu grau de oxidação; quanto menor for o estado de oxidação, maior é o seu grau de redução.

Quanto à temática ou assuntos utilizados

Finalizando nosso panorama, verificamos quais temas ou assuntos foram utilizados pelos artigos, a fim de demonstrar a variedade de assuntos e temas, reforçando, desse modo, a versatilidade das reações de oxi-redução, conforme já mencionado por Atkins e Jones (2006, p. 92). Para isso, no Quadro 2, associamos algumas das temáticas e alguns assuntos abordados nos artigos analisados com os temas que estão relacionados, destacando-se os temas: meio ambiente, tecnologia e saúde. Além disso, diversos outros conceitos químicos, envolveram também a utilização de reações redox, como a combustão, por exemplo.

Constatamos com isso que o estudo de oxi-redução pode se valer de uma grande diversidade de temas e assuntos, principalmente para contextualização do conhecimento. Além dessa característica, verificamos que o conteúdo está envolvido diretamente como o ensino de outros conceitos. Dessa forma, não há desculpa para não realizar um ensino diferenciado. Mas não basta apenas exemplificar, é preciso contextualizar, “ensinar conceitos da ciência ligados à vivência dos alunos” (Silva; Marcondes, 2014), procurando estreitar a relação entre conceitos e contextos, com vista à formação cidadã dos estudantes.

Considerações Finais

A preocupação desse trabalho foi verificar como as reações redox estão sendo exploradas pelos artigos publicados na QNesc, devido à sua representatividade no ensino de

Química. Com isso, encontramos uma enorme versatilidade de assuntos e diversas possibilidades para desenvolver esses conteúdos, e dessa forma fornecer uma análise dos trabalhos que vem sendo realizados, permitindo aos profissionais do ensino que irão lidar com esse conteúdo em sala de aula, novas ideias bem como, uma reflexão acerca de sua prática.

Notamos uma preocupação na realização de práticas experimentais e um ensino contextualizado, ainda com enfoque, em sua maioria, puramente científico. Porém a versatilidade e importância do conceito foram demonstradas através da análise dos diversos assuntos que podem ser utilizados para realizar seu estudo. Assim o conhecimento que estas reações proporcionam deve ser considerado muito além das questões puramente científicas.

Consideramos que os artigos analisados contribuem para um ensino mais significativo do conteúdo de reações de oxidação-redução, pois este conteúdo é considerado difícil e estes artigos são resultados de intensas pesquisas na área, oferecendo uma diversidade de metodologias que podem ser exploradas. Sugerimos aos professores que utilizem estes artigos para procurar tornar sua prática mais dinâmica através das diversas atividades diferenciadas apresentadas que certamente irão auxiliar seu ensino.

Entretanto, devemos ter muita atenção para a significação conceitual necessária para o bom entendimento das reações de oxidação-redução, pois verificamos a necessidade de aprofundar mais as discussões tanto das reações em si quanto dos usos dos termos estado de oxidação e número de oxidação. Talvez, por ser pouco explorado em termos de publicação, com poucas discussões conceituais, cause as dificuldades apresentadas no ensino e aprendizagem desse conteúdo em nível de ensino médio. Por isso, reforçamos práticas diferenciadas são muito importantes, mas devem ser acompanhadas de conceitos claramente definidos para que tanto o ensino quanto à aprendizagem possam se concretizar.

Sabrina Gabriela Klein (sabinaklein92@gmail.com), formada em Química Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Santa Maria e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, na mesma instituição. Avenida Roraima 1000, Departamento de Química, Santa Maria, RS - BR. **Mara Elisa Fortes Braibante** (maraefb@gmail.com), formada em Química Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), doutora em Ciências (Química Orgânica) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professora do Departamento de Química da UFSM e orientadora no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde na mesma instituição. Santa Maria, RS - BR.

Referências

ANSELME, J-P. Understanding oxidation-reduction in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 74, n. 1, p. 69-72, 1997.

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

ATKINS, P. e JONES, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência e Ensino*, v. 1, n. especial, p. 2007.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C. e BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 3-9, 2000.

BRAATHEN, P. C. Hálito culpado, o princípio químico do bafômetro. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 3-5, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Parte III, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2000.

CARVALHO, L. C. de; LUPETTI, K. O. e FILHO-FATIBELO, O. Um estudo sobre a oxidação enzimática e a prevenção do escurecimento de frutas no ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 48-50, 2005

CLAYDEN, J.; GREEVES, N; WARREN, S. e WOTHERS, P. *Organic Chemistry*. 1 ed. New York: Oxford, 2001.

COSTA, T. S. et al.. A corrosão na abordagem da cinética química. *Química Nova na Escola*, n. 22, p.31-34, 2005.

DE JONG, O.; ACAMPO, J. e VERDONK, A. Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions

of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 33, n. 10, p. 1097-1110, 1995.

DE PAOLI, M.-A. Plásticos inteligentes. *Química Nova na Escola*, ed. especial, p. 9-12, 2001.

DURAND, A. M. A Química dos minerais: uma temática para investigar o papel da experimentação no ensino de ciências. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciência) - Universidade Federal de Santa Maria, 2015. ELEOTÉRIO, I. C. et al. Experimentos para identificação de íons ferro em medicamentos comerciais. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 37-39, 2007.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciência. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n.10, p. 43-49, 1999.

GUIMARÃES, J. R. e NOUR, E. A. A. Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza. *Química Nova na Escola*, ed. especial. p. 19-30, 2001.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry Compendium of Chemical Terminology. *Gold Book*. Version 2.3.3, 2014.

JENSEN, W. B. Oxidation states versus oxidation numbers. *Journal Chemical Education*, v. 88, p. 1599-1600, 2011.

JOESTEN, M. D. e WOOD, J. L. *Word of Chemistry*. 2 ed. EUA: Saunders College Publishing, 1996.

JUNIOR, W. E. F. e DOCHI, R. S. Um experimento simples envolvendo Oxidação-redução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia. *Química Nova na Escola*, n. 23, p. 49-51, 2006

JÚNIOR, W. A. D. e WINDMOLLER, C. C. A questão do mercúrio em lâmpada fluorescente. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 15-19, 2008.

LOOK, H. P. Expanded definition of the oxidation state. *Journal Chemical Education*, v. 88, n. 3, p. 282-283, 2011.

MARTINS, C. R. et al. Ciclos globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância da química na atmosfera. *Química Nova na Escola*, n. 5, 2003.

MEDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F. e JÓFILI, Z. M. S. O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de química orgânica do ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 45-48, 2004.

MORAIS, R. Uma tempestade de luz: a compressão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n.2, p. 191-211, 2003.

OLIVEIRA, J. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, Canoas. v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

OSTERLUNND, L. L.; BERG, A. e EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 182–192, 2010.

ÖSTERLUNND, L. L. e EKBORG, M. Student's understanding of redox reactions in three situation. *Nordina*, v. 5, n.2, 2009.

PINHEIRO, P. C. Aumentando o interesse do alunado pela química escolar e implantação da nova proposta curricular mineira: desenvolvimento e resultados de projeto seminal realizado no PIBID-UFSJ. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 173-183, 2012.

PINHEIRO, P. C.; LEAL, M. C. e ARAÚJO, D. A. de. Origem, produção e composição química da cachaça. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 3-8, 2003.

REBELLO, G. A. F. et al. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 3-9, 2012.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*. v. 9, n. 17, p. 49-62. 2012

SARTORI, E. R. BATISTA, E. F. e FILHO-FATIBELO, O. Escurecimento e limpeza de objetos de prata - um experimento simples e de fácil execução envolvendo reações de oxidação-redução. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 61-65, 2008.

SARTORI, E. R. et al. Construção de uma célula eletrolítica para o ensino de eletrólise a partir de materiais de baixo custo. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 107-111, 2013.

SILVA, E. L. da e MARCONDES, M. E. R. Contextualização no ensino de ciências: significados e epistemologia. In: *Tópicos em ensino de química*. Org: Santana, E. M de; SILVA, E. L. da. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

SILVERSTEIN, T. Oxidation and reduction: too many definitions? *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 3, p. 279-281, 2011.

SOUZA, E. T. de et al. Corrosão de metais por produtos de limpeza. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 44-46, 2007.

SUART, R. de C. Habilidade cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

VAZ, E. L. da S.; ASSIS, A. e CODARO, E. N. Análise experimental da resistência à corrosão e da velocidade de corrosão: uma proposta pedagógica. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, p. 61-64, 2011.

Para Saber Mais

MENZEK, A. A new approach to understanding oxidation-reduction of compounds in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*. v. 79, n. 6, p. 700-702, 2002.

OSTERLUNND, L. L.; BERG, A.; EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 182–192, 2010. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2010/tp/c005467b>>. Acesso em: 06/08/2015.

Abstract: *Oxidation-reduction reactions and their different approaches.* This paper aims to present an overview of how the content of oxidation-reduction reactions considered difficult to teaching and learning has been developed in the classroom, in order to demonstrate its several educational possibilities as well as to discuss its implications. To accomplish this overview, we conducted a search for published articles in QNESC journal that addressed the content of oxidation-reduction reactions, in which were found 52 articles. To do this, we chose some criteria for the verification of approaches and each criterion was classified in categories that allowed a discussion about the way the teaching of redox content has been developing. Thus, we observed the diversity of subjects that can be used as a manner of contextualization for addressing the redox reactions and also the variety of experimental activities. However, we found some conceptual discussions about this subject in the literature.

Keywords: Oxidation-reduction education; QNESC research article survey; oxidation-reduction reactions.

O ensino de Química no Brasil e os debates sobre o atomismo: um estudo dos programas da educação secundária (1850-1931)

Reginaldo Alberto Meloni e Hélio Elael Bonini Viana

Entre a segunda metade do século XIX e as primeiras décadas do século XX, o ensino de Química esteve envolvido por algumas questões: a disputa entre as concepções humanista e científica de ensino; a contradição entre a valorização dos métodos práticos de ensino e um crescente interesse por um tema abstrato como a estrutura da matéria. Nesse artigo é analisado como o tema átomo/atomismo foi inserido no currículo de educação em Química no Brasil entre os anos de 1850 (o primeiro programa conhecido do Colégio Pedro II) e 1931 (ano da Reforma Francisco Campos), a partir da presença dos termos “átomo”, “atomismo”, “hipótese atômica” e “teoria atômica” nos programas de ensino. Os resultados indicam que, até os anos 1880, esse tema praticamente não apareceu nos programas. Entre os anos 1880 e 1920, o tema foi proposto com uma oscilação entre as expressões “teoria atômica” e “hipótese atômica”. Somente a partir do programa de 1929 a expressão “teoria atômica” se consolidou nos programas.

► atomismo, ensino de Química, história da educação ◀

Recebido em 17/03/2016, aceito em 16/06/2016

46

O ensino de Química no nível secundário no Brasil está profundamente relacionado com a criação do Colégio Pedro II em 1837. Essa instituição, criada para ser um padrão de qualidade para as demais escolas de educação secundária, acabou por ser a única instituição de ensino oficial até o final do Império.

Nesse período, os conhecimentos de ciências da natureza ainda não eram valorizados no currículo escolar. Isto acontecia pelo fato de que a educação secundária se resumia “ao preparo de candidatos para as escolas superiores” (Haidar, 1972, p.19), e os exames para o ingresso nos cursos de medicina começaram a exigir conhecimentos de alemão e de ciências naturais apenas em 1887 (Haidar, 1972, p.61). Na prática, as características do ensino eram definidas pelos “preparatórios e os exames parcelados” (Haidar, 1972, p.95) para o ingresso aos cursos superiores.

Além disso, também havia uma discussão sobre o caráter da educação, que colocava em conflito as propostas de educação humanista e científica (Lorenz, 2010, p.45). Por um lado, a educação humanista se caracterizava por promover a “retórica, a expressão, a sensibilidade linguística, o bom

gosto e o estilo, a valorização dos sentimentos que exprimiam a natureza humana, o autoconhecimento” (Souza, 2008, p. 95 e 96). Por outro lado, a formação científica se apoiava em princípios como “a racionalidade, a objetividade, a observação empírica, a experimentação, a busca de leis regulares, o conhecimento da natureza sem a intermediação da autoridade espiritual” (Souza, 2008, p. 96). Essas duas concepções se revelavam nas reformas do ensino.

No século XIX, foram propostas doze reformas para o ensino: 1841, 1855, 1857, 1862, 1870, 1877, 1878, 1881, 1890, 1892, 1894, 1898 (Lorenz, 2010, p.25) e nas duas primeiras décadas do século XX foram propostas outras quatro reformas: 1901, 1911, 1915, 1925.

As primeiras reformas do século XIX indicam que os planos de estudos se moldaram pelo que vinha sendo praticado nos liceus franceses, nos quais se objetivava propiciar “melhor preparo básico àqueles que buscavam as profissões técnicas” (Haidar, 1972, p.116; Lorenz, 2010, p. 34). Já as reformas de 1862 e de 1870 deram mais importância aos estudos humanísticos, embora esta última também tenha promovido um “aprofundamento nos estudos de Química.” (Lorenz, 2010, 38).

Nos anos 1870, o ensino científico ganhou força, com a ideia de que era preciso “formar integralmente o cidadão,

Esta seção contempla a história da Química como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído.

habilitando-o, não apenas para o ingresso nos estudos superiores, mas para enfrentar, graças a um melhor preparo básico, as necessidades complexas e variadas da vida social” (Haidar, 1972, p.120). Embora não houvesse uma relação direta entre educação humanista e teoria da ciência, ou formação científica e prática científica, os discursos de valorização do conhecimento científico apareciam associados ao ensino prático.

Na Reforma de 1878, de Carlos Leôncio de Carvalho, “considerada uma das mais radicais do século XIX”, já se falava da necessidade de recursos como “gabinetes, laboratórios e equipamentos especializados” (Lorenz, 2010, p.39). Nesse mesmo ano, como argumento para justificar a importância da educação científica, o inspetor geral da União informava que “os gabinetes de física, química e de história natural estão suficientemente providos dos instrumentos, reativos e espécimens indispensáveis para um curso elementar destas ciências” (Relatório do Inspetor Geral, citado por Haidar, 1972, p.128).

Com a República, as ideias positivistas ganharam força, e a reforma realizada por Benjamin Constant em 1890 mais que duplicou a carga horária das disciplinas científicas. A Reforma de 1892 diminuiu novamente a carga horária destinada às ciências da natureza (Lorenz, 2010, p.42), mas reforçou a metodologia prática para a educação em Química:

as licções de chimica descriptiva serão acompanhadas de trabalhos práticos de laboratório, ensaios systematicos de analyses qualitativa, por via húmida e pyrognostica. Além das recordações escriptas e oraes e dos trabalhos de laboratório, cada alumno apresentará, pelo menos, duas preparações (Vechia; Lorenz, 1998, p. 119).

Ou seja, no final do século, mantinha-se a ideia de que o ensino moderno de Química deveria ser ministrado nos laboratórios escolares com aparatos e reagentes próprios à realização de atividades práticas. Sendo assim, se, por um lado, os conhecimentos que a disciplina de Química poderia oferecer estavam em conformidade com a concepção de educação científica, o tema estrutura da matéria, que estava envolvido em um intenso debate naquele momento, não se enquadrava nas propostas de educação que, no decorrer do século XIX, passaram a valorizar cada vez mais a observação e a experimentação.

No século XX, as mudanças efetuadas por Epiácio Pessoa promoveram um distanciamento ainda maior das ideias científicas (Lorenz, 2010, p.43). A reforma de

Carlos Maximiliano, de 1915, veio reorganizar o ensino, que havia sido colocado em total liberdade pela reforma de 1911 de Rivadávia Correia. Nos anos 1920, as discussões sobre os novos rumos que deveria seguir a educação contavam com intelectuais e educadores que se manifestavam a favor de metodologias nas quais a teoria não deveria se desvincular “das atividades da vida, e que os métodos de ensino, em todas as disciplinas, partissem sempre do concreto para se atingir o abstrato” (Souza, 2009, p. 74).

Os saberes das ciências da natureza são novamente destacados, tanto pelo conteúdo conceitual, quanto por possibilitar o uso de metodologias nas quais se podia “ver o que acontece” (Valdemarin, 2010, p. 60). No caso do ensino de Química, a Reforma Rocha Vaz, de 1925, criou as disciplinas de Física e Química, em substituição à cadeira de Physica/Chimica.

Embora não se saiba até que ponto essas propostas foram realmente efetivadas nas escolas, pela análise dos discursos, percebe-se um movimento que vinha desde o final do século XIX, de estímulo aos “novos métodos que salientavam o papel da observação e da reflexão na aprendizagem,

minimizando a função até então predominante da memória” (Haidar, 1972, p.132), e uma mudança no sentido de uma educação mais operatória e menos livresca.

Em paralelo a este processo, ocorriam os debates sobre a estrutura da matéria, que se tornaria um dos mais importantes da educação em Química no século XX, apesar de seu caráter abstrato oferecer poucas possibilidades de execução das orientações de ensino prático.

Nesse contexto de disputa entre a educação humanista e a educação científica, no qual a qualidade do ensino de Química estava associada à realização de atividades práticas, é relevante investigar como um tema que exigia grande capacidade de abstração, como é o caso de átomo/atomismo, foi inserido nos programas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar como este tema apareceu nos programas de educação em Química no Brasil entre os anos de 1850 (o primeiro programa conhecido do Colégio Pedro II) e 1931 (ano da Reforma Francisco Campos), e verificar as relações entre esses programas e os debates sobre o atomismo que vinham sendo travados nesse período.

Debates sobre o atomismo

O processo de construção da teoria atômica de John Dalton (1766-1844) abarcou fatores teóricos e experimentais, resultando na gênese do chamado “atomismo químico” no princípio do século XIX. Segundo o historiador da Química,

[...] no final do século, mantinha-se a ideia de que o ensino moderno de Química deveria ser ministrado nos laboratórios escolares com aparatos e reagentes próprios à realização de atividades práticas. Sendo assim, se, por um lado, os conhecimentos que a disciplina de Química poderia oferecer estavam em conformidade com a concepção de educação científica, o tema estrutura da matéria, que estava envolvido em um intenso debate naquele momento, não se enquadrava nas propostas de educação que, no decorrer do século XIX, passaram a valorizar cada vez mais a observação e a experimentação.

Alan J. Rocke (2005), existem seis possibilidades distintas, porém entrelaçadas, para origem da teoria atômica daltoniana, a saber: uma interpretação feita por Dalton com base nas discussões sobre partículas presentes nas obras de Newton; duas indutivas (a partir das composições de hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio) e três dedutivas (equivalentes de Richter, primeira teoria das misturas gasosas e segunda teoria das misturas gasosas). Nesse contexto, Dalton, buscando inicialmente resposta para problemas ligados à atmosfera - como o fato da atmosfera ser uma mistura de vários gases e, em sendo uma mistura, como os gases estariam dispostos em uma atmosfera composta -, criou uma engenhosa articulação entre suas concepções particulares oriundas dos trabalhos de Newton, com a solubilidade de gases em água, as proporções em massa em transformações químicas e alguns fundamentos da incipiente teoria do oxigênio (dentro os quais o conceito operacional de elemento químico, a nomenclatura e o calórico) (Viana e Porto, 2007). A difusão da teoria atômica daltoniana ocorreu de maneiras peculiares na Grã-Bretanha e no restante da Europa.

No Reino Unido, apesar da tradição corpuscularista proveniente de Boyle e Newton, existiam opositores à teoria atômica, como Davy e Bostock. Na França, a teoria atômica foi introduzida com a tradução do livro *System of Chemistry*, de Thomas Thomson (1807), feita por Berthollet, um antiatomista. A partir desse momento, a teoria atômica foi sendo articulada a uma visão instrumentalista, tornando o uso da expressão “equivalentes em massa” preferencial ao de massas atômicas relativas (Kounellis, 2000). Todavia, em um contexto geral, trabalhos como a lei das proporções definidas, a lei das proporções equivalentes de Richter e o interesse de Berzelius sobre o tema contribuíram para a difusão da teoria atômica em âmbito acadêmico (Knight, 1966).

De 1810 a 1860, a teoria atômica foi empregada de diferentes maneiras por físicos e químicos. Entre os físicos, prevalecia uma visão dos átomos como sendo partículas indivisíveis, que atuavam mecanicamente em sistemas conservativos, constituintes tanto da matéria permeável como do fluido imponderável éter. Essa visão era proveniente dos trabalhos de Newton, Carnot, Langrange e Poisson. Arnott, em seu livro *Elements of Physics*, destaca que as quatro palavras - átomo, atração, repulsão e inércia - pontuavam as verdades gerais, as quais explicavam grande parte dos fenômenos naturais.

Entre os químicos, a ideia de átomo era essencialmente divulgada por Dalton, de acordo com a qual essas partículas estavam associadas aos elementos químicos que, segundo Lavoisier, seriam o “último ponto que a análise é capaz de alcançar”. (Lavoisier, 1790, p. xxiv). No bojo dessa discussão, os químicos que empregavam a hipótese atômica no século XIX apresentavam diferentes perspectivas: a realista (de acordo com a qual se supõe a existência das partículas,

sendo possível sua indução a partir de resultados experimentais), a heurística (na qual a hipótese atômica se reduz a um instrumento para previsões, sem comprovação real) e a ilustrativa (utilizada para fins didáticos) (Camel *et al.*, 2009).

A relação entre os equivalentes em massa e os pesos atômicos relativos pode ser relacionada ao embate sobre a existência dos átomos ao longo do século XIX. A esse respeito, Jean-Baptiste Dumas ponderou:

O que nos resta da excursão ambiciosa que nos permitimos na região dos átomos? Nada ou quase nada [...] Se eu fosse o mestre, apagaria a palavra átomo da ciência, persuadido que ele vai mais longe que a experiência; e na química nunca devemos ir mais longe do que a experiência (Dumas, 1837 apud Bensaude-Vincent e Stengers, 1992, p.176).

Realizado em 1860, o Congresso de Karlsruhe discutiu conceitos essenciais dentro da Química, tais como os de átomo e molécula, tendo sido fundamental para a organização periódica dos elementos. Todavia, termos como “equivalentes em massa” e “volumes atômicos”, empregados para expressar proporções em massa envolvidas em uma reação, ou as densidades relativas de gases, continuaram presentes na literatura científica (Nye, 1984).

De 1860 a 1911, a história do “átomo químico” esteve vinculada à sua elucidação e confirmação física. Na disputa entre atomistas e não atomistas, os trabalhos experimentais que remetiam às determinações de densidades de vapores, calores específicos e linhas espectrais, destacaram-se na busca por conceitos científicos que fossem considerados invariantes e auxiliassem na relação entre o macroscópico e o microscópico. Nesse contexto, diversos debates ocorreram pela Europa (Nye, 1976).

Na Inglaterra, durante reunião da Sociedade Química de Londres em 1867, Williamson ressaltou que uma profunda análise do programa atômico - através dos conceitos de pesos equivalentes, moléculas e volumes atômicos - apontou para a existência dos átomos químicos. Sua abordagem foi peremptoriamente rechaçada por Brodie, enquanto Odling e Frankland atribuíam ao atomismo um caráter metafísico.

Durante os debates de 1877 na Academia de Ciências da França, Berthollet, em resposta a Wurtz, principal defensor da hipótese atômica na França, afirmou que “o progresso da ciência química não está subordinado a uma mudança na notação [uso do termo “pesos atômicos” em vez de “equivalentes”], que não toca uma questão fundamental [...] Quem realmente viu uma molécula ou um átomo?” (Berthelot, 1877 apud Nye, 1984, p. 243-246).

Na Alemanha, no ano de 1895, durante um encontro da Sociedade de Físicos e Cientistas, Ostwald iniciou a campanha a favor do energeticismo como substituto da teoria da matéria, pois, segundo Ostwald, a termodinâmica possuiria

Realizado em 1860, o Congresso de Karlsruhe discutiu conceitos essenciais dentro da Química, tais como os de átomo e molécula, tendo sido fundamental para a organização periódica dos elementos.

um fundamento empírico, mensurando-se perdas e ganhos de calor. De acordo com os energeticistas, opositores da teoria atômica, a termodinâmica macroscópica e fenomenológica, que prescindia de qualquer modelo microscópico de constituição da matéria, seria o modelo correto de ciência.

Para esses energeticistas (Ostwald e Mach, por exemplo, com enorme influência na física alemã), a teoria cinético-molecular do calor, baseada em entidades invisíveis, metafísicas, não deveria ter espaço na ciência. Com opinião contrária, Boltzman, e também Nerst, Klein e Sommerfield, acreditavam que a teoria atômica seria a chave para a compreensão das combinações químicas e do isomerismo (Nye, 1976).

Diante de tantas posições dispares sobre a questão atômica, a interpretação dos resultados de experimentos com os raios catódicos trouxe um novo alento para os atomistas: o átomo possuiria uma subestrutura (com cargas positivas e negativas), capaz de explicar propriedades químicas, assim como a interação com radiações eletromagnéticas e com outras formas de energia.

Durante o Congresso de Solvay (1911), Rutherford divulgou evidências que apontavam para o fato de “o átomo conter uma carga central distribuída através de um volume muito pequeno [...] o valor da carga central para os diferentes átomos ‘é aproximadamente proporcional a suas massas atômicas’”. Nesse mesmo evento, a teoria quântica e o atomismo mostraram-se alinhados, com os físicos buscando solucionar problemas da física e da química conjuntamente (Nye, 1976).

É importante ressaltar que uma maior aceitação da teoria atômica só ocorreu no início do século XX. Com a obra *Les Atomes* de Jean Perrin (1913), foram demonstradas relações da teoria molecular com diferentes fenômenos (nessa obra de Perrin foram discutidos cálculos da constante de Avogadro a partir de treze fenômenos diferentes) (Chagas, 2011, 2003), entre as quais a proposta por Einstein para explicar o movimento browniano.

Os trabalhos de Perrin colaboraram também para o fato da hipótese atômica passar a ser tratada, de maneira mais recorrente, como teoria. Vale destacar que, durante o século XIX, foi desenvolvido o chamado “método das hipóteses”, segundo o qual uma “boa” hipótese é aquela que explica não somente o que já é conhecido, mas também pode ser estendida para além do escopo de fenômenos para os quais ela foi inicialmente projetada. Seguindo essa linha de raciocínio, uma teoria poderia ser compreendida como um produto de uma hipótese frutífera, a qual necessariamente não seria uma “hipótese indiferente” (Laudan, 1981, p. 174).

O atomismo nos programas de Química

Em alguns países europeus, os debates acerca do

atomismo se refletiram nos programas didáticos, influenciando a elaboração dos currículos pré-ativos e a educação em Química. Nessa mesma época, na Grã-Bretanha, apesar da herança do corpuscularismo newtoniano e do mecanicismo, a notação atômica já tinha sido quase que totalmente substituída nos livros didáticos de Química pelos equivalentes químicos. Evento similar ocorreu também na Alemanha (Nye, 1984).

No Brasil, entre 1850 e 1931 foram indicados nove manuais de ensino de Química nos programas do Colégio Pedro II/Ginásio Nacional, sendo seis de autores franceses e três de autores brasileiros. Esses manuais são as únicas referências bibliográficas que apareceram nos programas de ensino do Colégio Pedro II/Ginásio Nacional (Vechia; Lorenz, 1998).

O primeiro programa conhecido para o ensino de Química é de 1850. Trata-se de um programa de exames e contém quarenta pontos alternados de *Physica* e *Chimica*. A palavra “átomo” aparece no ponto trinta e três da seguinte forma: “Atomo. *Chimica organica. Acido chlorydrico*” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 7). Embora não se tenha mais detalhes, se pode imaginar que um assunto com essa dimensão não deveria ser abordado com detalhes.

Nos cinco programas posteriores conhecidos – 1856, 1858, 1862, 1877 e 1878 – não há qualquer menção aos termos “átomo”, “atomismo”, “hipótese atômica” e “teoria atômica”. No início de cada programa havia lições com denominações gerais, tais como: “Noções geraes”, em 1858, e “Noções preliminares”, em 1862, 1877 e 1878 (Vechia; Lorenz, 1998) sem especificar o que deveria ser tratado nessas lições. Nas lições 2 dos programas de 1877 e 1878, era prescrito o tema “equivalentes”, e não se falava em “pesos atômicos”.

Já foi visto que as reformas dos anos 1860 e 1870 ou privilegiavam a educação humanista ou, no caso dos anos de 1877 e 1878, promoviam a educação científica prática, o que pode justificar a ausência do tema, apesar de o átomo haver sido citado no programa de 1850.

No programa de 1882 apareceu o tema relacionado ao atomismo. O título da lição 2 era: “*Theoria atomica – Nomenclatura e notações chimicas – Peso atomico e molecular – Estabelecimento das formulas*” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 102). Nesse caso, além da referência direta à teoria atômica, também era indicado que se ensinasse “peso atômico” em vez da noção dos equivalentes, o que reforça a ideia de que houve uma mudança na opção dos conteúdos conceituais a favor da teoria atômica. Esse fato pode ser explicado pela influência de Wurtz, químico e autor de livros didáticos, que, como já foi mencionado, foi o principal defensor do atomismo na França nesse período, e teve seu nome citado na lista dos manuais de ensino desse ano.

No programa de 1892, apesar do tema “átomo” ser

Diante de tantas posições dispares sobre a questão atômica, a interpretação dos resultados de experimentos com os raios catódicos trouxe um novo alento para os atomistas: o átomo possuiria uma subestrutura (com cargas positivas e negativas), capaz de explicar propriedades químicas, assim como a interação com radiações eletromagnéticas e com outras formas de energia.

mantido, há uma modificação no título da lição, pois foi mudado de “theoria atômica” (como estava no programa de 1882) para “hypothese atômica” (lição 2). No programa, o tema foi descrito da seguinte forma: “Noções gerais sobre a hypothese atomica – Concepção do peso atomico e de moléculas; tipos e radicaes” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 119).

Essa mudança pode ser reflexo do advento de correntes positivistas no século XIX, segundo as quais a ciência deveria ser diferenciada da metafísica, e situada em uma hierarquia inferior. Vale ressaltar que, segundo Bensaude-Vincent e Simon (2012), Auguste Comte não pode ser considerado como antiatomista, pois concebia Dalton como um gênio da ciência moderna, o responsável pela versão Química da teoria corpuscular. Apesar dessa posição, Ernest Mach, que também era positivista, considerava a teoria atômica como uma mera ferramenta para a explicação de fenômenos ou resolução de problemas (Pereira e Freire Jr., 2012).

O termo “hypothese” se manteve nos programas de 1893, 1898 e 1912. Registra-se que no programa de ensino de 1895 não constou a cadeira de Physical/Chimica (Vechia; Lorenz, 1998, p. 145). No programa de 1893 para o 5º ano, as lições 2 e 4 propuseram os seguintes temas:

2ª lição: “Limites da combinação química. – Leis numéricas relativas aos pesos e aos volumes dos compostos gasosos – Hypothese atomica – Concepção do peso atomico e do peso molecular.”

4ª lição: “Corollarios da hypothese atomica – Hypotheses sobre a estática e a dinamica atomica. – Radicais e atomicidade; constituição imediata e elementar dos corpos – Divergentes sobre a noção dos typos moleculares”. (Vechia; Lorenz, 1998, p. 137).

Em 1898, esses pontos foram mantidos e, para o 7º ano, apareceram os seguintes temas: “Leis fundamentais da combinação chimica – Hypothese atomica e seus corolários” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 182). Verifica-se que, nos programas desses anos, a hipótese atômica vem na sequência das leis numéricas relativas aos pesos e aos volumes gasosos, ou seja, supõe-se que a hipótese atômica foi apresentada como uma explicação teórica das leis ponderais estabelecidas no final século XVIII.

No programa de 1912, a expressão “hypothese atomica” ainda se manteve. Nesse programa, foi indicado um ponto no qual se pretendia discutir as definições de “peso atômico” e “peso molecular”. A lição 4 propunha o seguinte: “Hypothese atomica e seus corolários – Densidade dos vapores em relação ao hidrogênio – Coeficientes do calor específico e o equivalente daltoniano – Improriedade das denominações de peso molecular e peso atômico” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 193).

Em 1915, foi citado novamente o termo “teoria atômica” em vez de “hipótese atômica”. A 42ª lição para o 4º ano propunha “Leis das combinações químicas – Equivalentes – Theoria atomica” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 226). O texto do programa apresentava duas mudanças importantes. A primeira é que, pela primeira vez, se fez a opção de ensinar a teoria atômica junto com a teoria dos equivalentes; a segunda é que a expressão “Theoria atômica”, que já havia sido empregada no programa de 1882, mas não nos programas de 1892, 1893, 1898 e 1912, voltou a prevalecer no programa de 1915.

Não se sabe qual foi a razão da mudança, mas é provável que os então recentes trabalhos sobre a estrutura da matéria tenham convencido o redator do programa de que o átomo era uma realidade física, e não apenas uma hipótese. De fato, o programa de 1926 apresenta informações que demonstram certo acompanhamento dos trabalhos realizados recentemente. A 2ª lição para o quarto ano propunha:

Não se sabe qual foi a razão da mudança, mas é provável que os então recentes trabalhos sobre a estrutura da matéria tenham convencido o redator do programa de que o átomo era uma realidade física, e não apenas uma hipótese. De fato, o programa de 1926 apresenta informações que demonstram certo acompanhamento dos trabalhos realizados recentemente.

Da matéria, sua concepção clássica e atual – O átomo de hélio como elemento fundamental da matéria – Concepção granulosa da matéria. Desmaterialização da matéria – Matéria e energia. Principio de indestructibilidade da ma-

téria de Tales de Mileto. Confirmação da Lavoisier. Meios de investigação da chimica. Analyse e syntese. (Vechia; Lorenz, 1998, p. 264.)

Embora não contenha um ponto específico denominado teoria ou hipótese atômica, o que levanta a questão se a ausência de um dos termos foi devido à opção do autor do texto em não se comprometer com a polêmica sobre o caráter do átomo ou uma intenção pedagógica, o programa apresentou uma proposta mais elaborada para o ensino sobre a estrutura da matéria.

A partir de 1929, os programas preveem a abordagem da estrutura da matéria considerando sem reservas a existência dos átomos como uma realidade física. Nesse ano, além do que previa o programa de 1926, a 4ª lição também estabeleceu o ponto “noções sobre a estrutura do átomo” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 308). Em 1931, foi previsto para o quinto ano o tema “noções de teoria da estrutura atômica dos elementos” (Vechia; Lorenz, 1998, p. 342). Essa mudança na abordagem do átomo pode ser interpretada como reflexo da Conferência de Solvay (1911), após a qual essa partícula passou a adquirir, para grande parte dos cientistas, uma conotação real.

Considerações finais

A análise dos programas de ensino de Química para a educação secundária indica que o atomismo se consolidou apenas no final do século XIX. Até os anos 1880, esse tema

praticamente não apareceu nos programas. Nas duas últimas décadas daquele século, o atomismo começou a ser abordado, mas houve uma oscilação entre os termos “teoria” e “hipótese atômica” nos programas, até os anos vinte do século XX.

Essa variação aponta para as várias perspectivas sobre a estrutura da matéria empregadas pelos químicos, fato que desencadeou, conforme apontado pelos programas, variações na transposição didática. A expressão “teoria atômica” passa a prevalecer apenas no programa de 1915, e se manteve na década de 1920 e no início dos anos 1930.

Referências

BENSAUDE-VINCENT, B. STENGERS, I. História da Química. Tradução Raquel Gouveia. Instituto Piaget, 1ª edição. Coleção: História e biografias, 1992.

BENSAUDE-VINCENT, B., SIMON, J. Chemistry: the Impure Science. 2ª Ed. London: Imperial College Press, 2012.

CAMEL, T.O.; KOEHLER, C.B; FILGUEIRAS, C.A. Os Debates Atômicos e o Papel da Teoria Atômica na Química do século XIX. 33ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2009.

CHAGAS, A.P. Existem os átomos? (abordando Jean Perrin). História da Ciência e Ensino. v.3, p. 7-16, 2011.

CHAGAS, A.P. Os noventa anos de *Les Atomes*. Química Nova na Escola, n. 17, p. 36-38, 2003.

Haidar, M.L.M. O ensino secundário no Império brasileiro. São Paulo: Grijalbo, 1972.

KNIGHT, D.M. The Atomic Theory and the Elements. Studies in Romanticism. v.5, n.4, p.185-207, 1966.

KOUNELLIS, C. Atomism in France. In.: A. Lundgren & B. Bensaude- Vincent (orgs.). Communicating Chemistry – Textbooks and their audiences (1789- 1939). Canton: Science History Publications, 2000.

LAUDAN, L. The medium and its message: a study of some philosophical controversies about ether. In: CANTOR, G. N.; HODGE, M. J. S. (eds.). Conceptions of ether: studies in the history of ether theories 1740-1900. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.

Reginaldo Alberto Meloni (meloni@unifesp.br), licenciado e bacharel em Química pela Universidade Estadual de Campinas, graduado em Pedagogia pelas Faculdades Integradas de Amparo, mestre em História Social pela Universidade de São Paulo e doutor em História da Educação pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é professor da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, no campus de Diadema. Diadema, SP - BR. **Hélio Elael Bonini Viana** (hebviana@unifesp.br), licenciado e bacharel em Química pela Universidade de São Paulo, graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos, Mestre em Ensino de Ciências – Modalidade Química pela Universidade de São Paulo e Doutor em Química pela mesma universidade. É docente Adjunto I da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, no campus de Diadema. Diadema, SP - BR.

LAVOISIER, A. L. Elements of Chemistry. 1799.

LORENZ, K. Ciência, Educação e Livros Didáticos do Século XIX. Os compêndios das Ciências Naturais do Colégio de Pedro II. Uberlândia: EdUFU, 2010.

NYE, M.J. The Nineteenth Century Atomic Debates and the dilemma of an indifferent hypotheses. Studies in History and Philosophy of Science, v.7, n. 3. p. 245-268, 1976.

_____. The Question of Atom (History of modern physics, 1800-1950). v.4. Los Angeles: Tomash Publishers, 1984.

PEREIRA, L. S; FREIRE JR, O.F. As doutrinas positivistas de Auguste Comte e Ernst Mach: diferentes posturas em relação ao atomismo no século XIX. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ), 2012.

ROCKE, A. J. In search of El Dorado: John Dalton and the origins of atomic theory. Social Research. n. 72, p. 125-158, 2005.

SOUZA, R.F. História da organização do trabalho escolar e do currículo no século XX. Ensino primário e secundário no Brasil. São Paulo: Cortez, 2008.

SOUZA, R.F. A renovação do currículo do ensino secundário no Brasil: as últimas batalhas pelo humanismo (1920 – 1960). Currículo sem fronteiras, v.9, n.1, p. 72-90, jan-jun, 2009.

VALDEMARIN, V.T. História dos métodos e materiais de ensino: a escola nova e seu modos de uso. São Paulo: Cortez, 2010.

VECHIA, A.; LORENZ, K.M. Programa de Ensino da escola secundária brasileira – 1850/1951. Curitiba: Ed. do Autor, 1998.

VIANA, H. E. B.; PORTO, P. A. O processo de elaboração da teoria atômica de John Dalton. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 7, p. 4-12, 2007.

Abstract: *Chemical Education in Brazil and debates about atomism: a study of secondary education programs (1850-1931).* Between the second half of the nineteenth century and the first decades of the twentieth century, chemical education was involved by some questions: the conflict between humanistic and scientific educational conceptions, the contradiction between the value of practical educational methods and the increasing interest for abstract subjects such as the structure of matter. In this paper the use of the word atom/atomism in Brazilian chemical education curriculum from 1850 (the first program from Colégio Pedro II) to 1931 (year of the Reforma Francisco Campos) is analyzed. The use of the terms “atom”, “atomism”, “atomic hypothesis” and “atomic theory” in the educational programs is investigated. Results show that until the 1880s this subject was not present in the programs. From the 1880s to the 1920s this subject was proposed alternating the denominations “atomic theory” and “atomic hypothesis”. Only after the 1929 program the term “atomic theory” was consolidated in the programs.

Keywords: atomism, chemical education, history of education.

Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos

Barbara S. J. Barreto, Carlos H. Batista e Maria Clara P. Cruz

Pilhas e baterias são temas recorrentes em eletroquímica nos livros didáticos do Ensino Médio. Poucos deles, porém, abordam a eletrodeposição. Nesse sentido, a contribuição deste artigo é disponibilizar uma metodologia diferenciada para a abordagem desse conteúdo. Para isso, duas experimentações foram desenvolvidas: uma de deposição química de prata em um bastão de cobre; e outra, de eletrodeposição de prata em um substrato de cobre no formato de anel. Propõe-se obter daí a compreensão de dois tipos de reação química: espontâneas e não espontâneas. A aprendizagem dos alunos foi avaliada por meio de desenhos ilustrativos dos experimentos. As concepções dos alunos do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, em Nossa Senhora da Glória/SE, foram assim representadas. A análise de suas concepções revelou um desenvolvimento da aprendizagem em relação ao senso comum, quando se têm em vista os fenômenos da deposição e da eletrodeposição química.

► eletroquímica, experimentação, eletrodeposição ◀

Recebido em 27/03/2015, aceito em 27/05/2016

52

A eletroquímica, ciência que estuda as interfaces carregadas eletricamente, é vista como um obstáculo à aprendizagem de Química no Ensino Médio: “é um conteúdo considerado de difícil compreensão por parte dos alunos, tendo sido apontadas dificuldades conceituais” (Sanjuan *et al.*, 2009). Muitos alunos apresentam dificuldade de aprendizagem desse assunto, e, por vezes, alguns professores não o abordam, gerando uma deficiência na aprendizagem do conteúdo que os acompanha até os limites da graduação.

Em geral, o momento no qual o aluno tem o primeiro contato com a realidade tecnológica da Química é o 2º ano do Ensino Médio, quando a eletroquímica é apresentada aos alunos. Comumente, no 1º ano se estuda apenas o comportamento

físico da matéria, que pode ser facilmente identificado no cotidiano, como a separação de misturas, e os estados sólido e líquido, por exemplo.

O conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige algum raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, não é fácil entender que, em uma reação de oxidação e redução (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica.

O conhecimento eletroquímico é complexo, pois exige algum raciocínio mais elaborado, dificultando, em alguns momentos, o estabelecimento de analogias com fenômenos do mundo macroscópico. Afinal, não é fácil entender que, em uma reação de oxidação e redução (como, por exemplo, nos fenômenos de corrosão), uma substância doa elétrons para outra, e que essa transferência de elétrons gera corrente elétrica.

De modo geral, os livros didáticos do Ensino Médio abordam as reações de oxidação e redução em termos de transferência de elétrons, e explicam o funcionamento das pilhas e baterias. Porém, poucos livros abordam o processo de recarga das mesmas, no qual ocorrem reações de oxirredução não espontâneas (ou seja, para que a reação química aconteça é necessário o fornecimento de

A seção “Relatos de sala de aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.

energia elétrica às pilhas, promovendo um processo químico). Nesse caso, os elétrons devem passar através de um circuito conectado aos terminais da pilha. Por essa razão, a corrente se torna uma medida conveniente da taxa de reação na célula eletroquímica. Num processo de eletrólise, espera-se que toda a corrente aplicada seja utilizada para o processo químico de interesse.

Na visão de Caramel e Pacca (2011), o ensino de eletricidade no Ensino Médio esbarra na dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e campo elétrico, por exemplo. Essa dificuldade parece motivada pelas concepções alternativas, de senso comum, a respeito da origem da eletricidade e do comportamento submicroscópico, mais próximo da estrutura da matéria. De fato, os adolescentes criam suas próprias ideias, concepções ou representações, não apenas para objetivos concretos, como também para fenômenos com origem submicroscópica e sem acesso visual direto, como as várias aplicações elétricas e o funcionamento de dispositivos. Assim constroem conceitos alternativos para os conhecimentos científicos a exemplo da eletricidade, da corrente elétrica e suas propriedades.

Diante desses pressupostos, faz-se necessária a busca por metodologias de ensino que abordem o assunto de modo a atrair a atenção do aluno. A utilização de atividades experimentais pode ser uma opção, ao possibilitar ao discente um encontro significativo e inicial com a Química que os ajudem a compreender como são construídas e se desenvolvem tais atividades.

É possível apresentar a eletroquímica aos alunos por meio de suas aplicações, explicitando os fenômenos numa abordagem investigativa, a partir do cotidiano dos estudantes. Um exemplo é o de como ocorre uma eletrodeposição. Muitos utensílios domésticos, bijuterias, semijoias, peças de automóveis e ferramentas são revestidos por uma camada de algum metal, como ouro, prata, cromo, zinco ou estanho, para protegê-los contra a corrosão, embelezá-los ou, ainda, com os dois objetivos ao mesmo tempo. Sendo assim, a galvanoplastia ou eletrodeposição consiste no recobrimento de superfícies com metais por meio da eletrólise, formando uma camada ou depósito do elemento reduzido sobre o catodo.

A maioria dos alunos sente dificuldade em entender como ocorre a transferência de elétrons, e sua circulação, nas reações de oxirredução em células eletrolíticas. Dessa forma, por meio de um experimento de eletrodeposição, é possível aguçá-lo o interesse dos discentes pelo processo e levantar questões do cotidiano ligadas a esse tema. “Deve-se ressaltar, que as atividades experimentais têm potencial não só para habilitar os estudantes às relações sociais; mas também na aquisição de atitudes positivas na direção do conhecimento

cognitivo de ciências” (Maldaner, 2003 *apud* Castilho, s.d., p. 6). Desse modo, os alunos podem começar a relacionar variáveis que dependem umas das outras, sejam elas diretamente ou inversamente proporcionais, como a corrente de deposição e o avanço da reação química de redução.

Justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de progresso na abordagem de eletroquímica no Ensino Médio e, assim, alcançar maior significância na aprendizagem desse conteúdo, por meio de duas experimentações que remetem ao cotidiano. Foi escolhida uma investigação dos conceitos prévios dos alunos, um processo formativo para apropriação de habilidades em eletroquímica e, por fim, realizada uma análise avaliativa para verificar o que foi aprendido. Espera-se, com este trabalho, contribuir para a formação de alunos que saibam tomar posição frente a conhecimentos de eletroquímica, desenvolvendo competências relacionadas ao conteúdo.

Portanto, a presente proposta tem como finalidade distinguir os processos eletroquímicos e, assim, diferenciar reações químicas espontâneas e não espontâneas.

Espera-se motivar o aluno à aprendizagem de eletroquímica, dando significado à atividade experimental por meio de representações em forma de desenhos para avaliar possíveis mudanças de concepção.

Desenvolvimento da pesquisa

Com base no conteúdo de eletroquímica explorado em sala de aula, foram apresentados recursos pedagógicos para 25 (vinte e cinco) alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Manoel Messias Feitosa, situado em Nossa Senhora da Glória/SE. A experiência didática foi mediada pelos autores do presente estudo, professores de Química. Em todo o presente estudo foi prestigiada a observação fenomenológica, principalmente durante as execuções dos experimentos de deposição química e eletrodeposição. Sendo nosso foco de interesse de caráter descritivo e experimental, foi feita uma abordagem qualitativa simples dos dados observados. São descritas a seguir as características do estudo realizado e os fenômenos observados na experimentação.

A análise do perfil dos alunos envolvidos nas atividades foi feita a partir das seguintes perguntas: Qual a sua idade? Qual o seu sexo? Onde você concluiu o Ensino Fundamental: Escola Pública ou Escola Particular? As informações que você tem a respeito da Química são adquiridas através de consulta a *sites* da internet, nas aulas e oferecidas pelo professor ou consultando livros didáticos e outros? Foi realizada, ainda, uma entrevista individual sobre as concepções dos alunos acerca da temática, principalmente sobre como concebiam a deposição química e a eletrodeposição.

Justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de progresso na abordagem de eletroquímica no Ensino Médio e, assim, alcançar maior significância na aprendizagem desse conteúdo, por meio de duas experimentações que remetem ao cotidiano. Foi escolhida uma investigação dos conceitos prévios dos alunos, um processo formativo para apropriação de habilidades em eletroquímica e, por fim, realizada uma análise avaliativa para verificar o que foi aprendido.

No decorrer das atividades experimentais, a deposição química ocorreu com a imersão de uma pequena barra de cobre em uma solução contendo íons de prata provenientes da dissolução de nitrato de prata. Utilizou-se um béquer contendo 20 mL (vinte mililitros) de água, um bastão de silicone e metade de um bastão de nitrato de prata comercializado nas farmácias. A deposição química de prata ocorreu em alguns minutos.

A deposição eletroquímica foi feita numa célula eletrolítica preparada com dois eletrodos: um inerte, de titânio ruteniado como anodo, e outro de latão (Cu 60% e Zn 40%), utilizado como catodo. Utilizou-se uma fonte de energia semiprofissional para descarga de elétrons na célula. Porém, pode ser comprada uma fonte de 12 volts (12 V) e 1 ampere (1A) em qualquer casa de materiais eletrônicos, utilizando “jacarés” (garras) para conectá-la aos eletrodos. É importante ressaltar que as garras, e a respectiva fiação eventualmente exposta, não podem entrar em contato, pois pode ocorrer um curto-circuito. A solução aquosa eletrolítica foi preparada dissolvendo-se 1,0 g de cianeto de sódio e 1,0 g de cloreto de prata num béquer com aproximadamente 50 ml de água. Para o manuseio da solução de cianeto de sódio, os preparadores do experimento utilizaram luvas, óculos de proteção e jalecos, a fim de evitar contato com a solução. Procurando zelar pela segurança dos alunos, eles foram mantidos afastados dessa solução.

A fim de avaliar as concepções dos alunos foram solicitados depoimentos, registrados pelos pesquisadores, sobre a aula experimental. Também foram requeridas as representações das células eletroquímicas, por meio de desenhos, com o intuito de os pesquisadores e estudantes perceberem possíveis mudanças conceituais.

Discussão dos resultados

Notou-se que 48% dos alunos têm idade de 17 anos, 40% a idade de 18 anos; e 12% a idade de 16 anos. Esses estudantes estão regularmente matriculados dentro do critério idade/ano escolar. Foi constatado, ainda, que existe uma predominância do sexo feminino, que totaliza 60% dos entrevistados. Quando perguntados em que escola cursaram o Ensino Fundamental, 88% dos alunos afirmaram haver concluído o curso em escolas públicas; e 12% em escolas particulares. Dentre os entrevistados, 68% disseram acessar a internet com frequência, 24% acessam esporadicamente, e 8% nunca acessam. Além disso, 92% dos alunos informaram que seus conhecimentos químicos são adquiridos durante as aulas, com o professor.

Um dado bastante preocupante é que 68% dos entrevistados que responderam utilizar a internet com frequência confirmaram que não o fazem para estudar: esses jovens passam bom tempo acessando as redes sociais pelo celular, e acabam não estudando como deveriam. Apenas 8% disseram saber de química por meio de livros.

Através do questionário investigativo na forma de entrevista informal sobre eletroquímica foi possível perceber que os alunos apresentaram alguns conceitos prévios sobre

a temática, pois conseguiram compreender os exemplos do cotidiano sobre a ação corrosiva resultante da oxidação de metais. Porém, percebeu-se que os alunos tinham a ideia de que um metal, depositado sobre outro, era obtido por meio de um “banho de imersão”, caracterizando uma concepção alternativa proveniente do senso comum.

Tendo ciência dos conhecimentos prévios dos alunos, optou-se por prosseguir explicando conceitos associados aos fenômenos, como reação de oxirredução, reação espontânea e deposição, à medida que o experimento era realizado. Partiu-se, então, do concreto para o abstrato, para consolidar uma imagem mental e, assim, atribuir significado às experiências prévias dos alunos. Quando a atividade experimental é conduzida pelo professor com a ativa participação dos alunos, o professor estará mediando a ação e motivando os alunos à aprendizagem de novos conceitos, ou mesmo levando-os ao rompimento com ideias fortemente alicerçadas no senso comum.

No primeiro experimento, os alunos participaram da preparação da solução de cátions de prata. A solução aquosa de nitrato de prata deve ser manipulada com o devido cuidado, evitando-se o contato com a pele e os olhos. Com o auxílio de um bastão de silicone e um béquer de vidro, a solução foi agitada até que todo o nitrato de prata fosse dissolvido. Acrescentou-se então a essa solução uma pequena barra de cobre, provocando o fenômeno eletroquímico.

A deposição química da prata (Ag) sobre o bastão de cobre (Cu) é um exemplo de célula galvânica, que ocorreu com o uso de um eletrólito (solução aquosa de nitrato de prata, AgNO_3), popularmente conhecido como *banho*. O resultado experimental não foi satisfatório, pois existia muita luz na sala e a prata escureceu com facilidade. Por esse motivo, a experiência não apresentou o recobrimento brilhante que se queria mostrar aos alunos. A reação aconteceu espontaneamente, como mostrado na Figura 1. Nessa reação química, a corrente elétrica não é utilizada para fins de reaproveitamento, como na pilha de Daniel.



Figura 1: Eletrodo de cobre revestido com prata numa célula eletroquímica de reação espontânea.

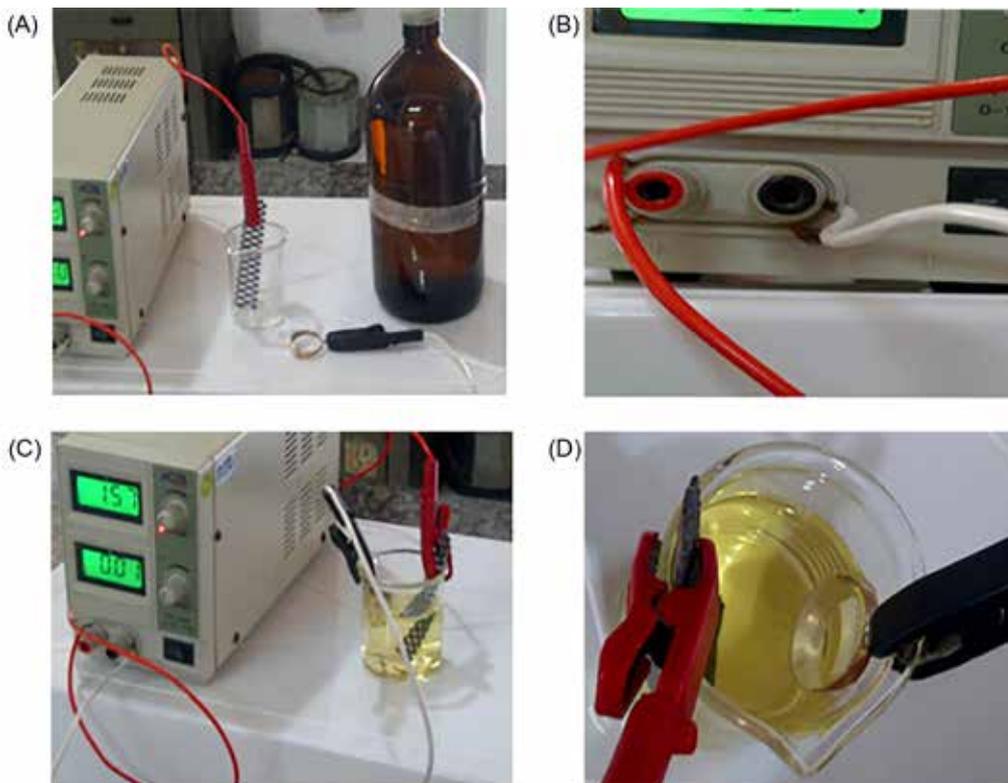
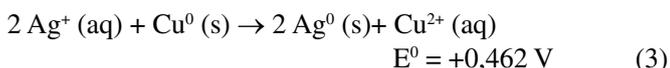


Figura 2: Imagens da célula eletrolítica montada para o processo de deposição de prata em um substrato de cobre: a) Materiais para eletrodeposição; b) Fonte: à esquerda está o anodo (polo positivo) e, à direita, o catodo (polo negativo); c) Experimento em andamento; d) Visão mais próxima da eletrodeposição.

O processo de deposição química consistiu em depositar $\text{Ag}^0(\text{s})$ sobre o substrato de $\text{Cu}^0(\text{s})$. O depósito é formado pela redução dos íons do metal de interesse, $\text{Ag}^+(\text{aq})$, na superfície de cobre, o que se denomina reação catódica, e pela perda de elétrons do $\text{Cu}^0(\text{s})$, gerando o $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$, o que se denomina reação anódica. Assim, qualquer reação química que aconteça sem a necessidade de fornecimento de energia elétrica será um processo espontâneo. As semi-reações encontram-se em (1) e (2):



A reação global está representada em (3):



Após a explicação desses conceitos aos alunos, realizou-se o experimento de eletrodeposição. Nesse momento, o experimento foi realizado de forma demonstrativa, sem que os estudantes manipulassem os reagentes, pois foi utilizado cianeto de sódio. Esse reagente é bastante tóxico, devendo ser mantido afastado dos alunos.

Utilizando como catodo da célula um anel de latão (Cu 60% e Zn 40%) e, como anodo, uma tela de titânio ruteniado, foi necessário fornecer energia elétrica para que ocorresse a deposição de prata, mostrando que ocorre uma

reação química não espontânea, conforme representado na Figura 2.

Houve uma descarga de 1,57 V, com a utilização de uma fonte de energia. Nesse processo, o material a ser protegido é colocado como catodo em uma cuba eletrolítica, na qual o eletrólito contém, dissolvido, um sal do metal a ser usado no revestimento. O anodo, por sua vez, pode ser feito também do metal a ser depositado, ou de um material condutor inerte (Gentil, 2007, p. 249). Utilizou-se um anel de latão para sofrer a eletrodeposição, conforme mostra a Figura 3, por se acreditar que uma joia causaria maior impacto no sentido de atrair a atenção dos alunos.

De fato, houve o comportamento esperado, pois se percebeu nos educandos o aspecto de descoberta integrada ao seu cotidiano. Esse resultado foi importante, pois confluiu com seu conhecimento prévio de “banho de imersão”. Além



Figura 3: Eletrodeposição de prata em um anel de latão.

disso, formou no educando uma identidade com o conteúdo. Na visão de Silva *et al.*, (2009, p.6): “a experimentação é desenvolvida ponderando fatores da contextualização, favorecendo a inter-relação entre diferentes conhecimentos para a construção de significados novos”. Desse modo, a experimentação ganhou sentido para o aluno, que percebeu uma aplicação tecnológica associada. No final da experimentação, realizou-se uma comparação entre os processos de deposição química e eletrodeposição. Foi percebido, no experimento de eletrodeposição, que o revestimento ficou mais firmemente aderido, e também mais bem distribuído, na superfície do substrato, revelando a importância econômica dessa tecnologia. Giordan (1999, p. 46) afirma que: “ao professor é atribuído o papel de líder e organizador do coletivo”, e essa influência na formação de seus educandos talvez seja um dos valores de um educador comprometido.

A capacidade de relacionar a experimentação com o meio em que os alunos estão inseridos traz consigo o objetivo de capacitá-los, também, para entender melhor o mundo onde vivem, produzindo motivação suficiente para encontrarem razões para os fenômenos que os rodeiam. No entender de Silva *et al.* (2009, p. 2) “o emprego da vida cotidiana como conceito central para a aprendizagem de conteúdos científicos traz implícita uma concepção do ensino de ciências [...] despertar o interesse pela ciência nos alunos”.

O experimento foi encerrado comentando-se sobre as principais utilizações da eletrodeposição no cotidiano, como, por exemplo, na produção de bijuterias. Quanto maior a espessura do revestimento nas peças, maior valor agregado ela terá – bem como terá maior durabilidade, devido à proteção do substrato. Dessa forma, o embelezamento e a melhoria das características físicas de um objeto podem levar os alunos a intervir sobre o cotidiano como pessoas alfabetizadas cientificamente quanto à temática, tanto porque reconhecem a qualidade quanto pela decisão de escolherem uma joia “banhada” ou “folheada”.

Com a finalidade de avaliar se a proposta pedagógica obteve êxito, uma pergunta a esse respeito foi elaborada. A resposta foi positiva, apontando o percentual de 76% dos alunos que acharam a aula ótima, e 24% que consideraram a aula boa, sugerindo a utilidade de se trabalhar a experimentação no ensino de eletroquímica. Um dos depoimentos dos discentes remete ao aspecto significativo da atividade experimental: “Descobri coisas que não imaginava ocorrer através da eletroquímica”.

Segundo Caramel e Pacca (2011), existe uma deficiente apropriação da linguagem específica de eletroquímica, que adquire sentidos diferentes da Química oficialmente aceita, como, por exemplo, os termos oxidação, redução, íons, cátions e ânions. Por isso, solicitou-se aos alunos que desenhassem os conhecimentos apreendidos por meio da experimentação. Por meio dessa atividade, podem-se obter conclusões sobre conceitos aprendidos. Na Figura 04, percebe-se uma evolução nos desenhos quanto à aprendizagem de uma célula eletrolítica.

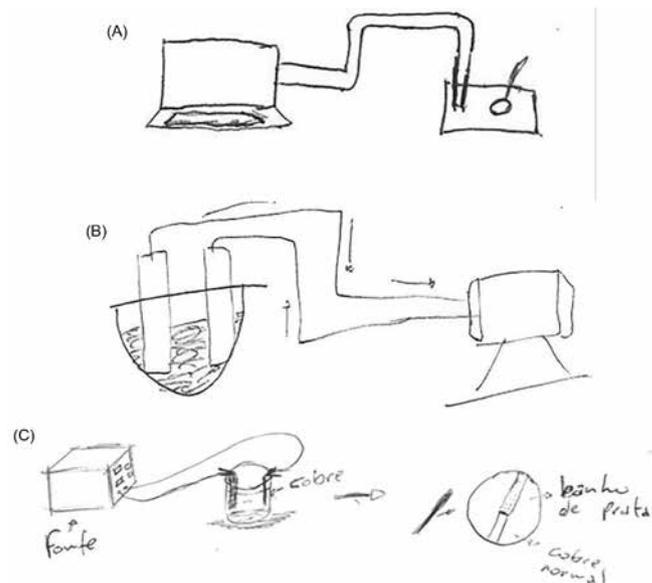


Figura 4: Desenhos elaborados por alunos para representar a eletrodeposição, um processo não espontâneo.

Na ilustração “a”, o aluno despreza totalmente a corrente de elétrons e o circuito fechado, acreditando que para a reação ocorrer é necessário apenas uma fonte externa de energia e um fio ligado à solução. Nota-se, ainda, que um dos fios não está ligado ao anel de cobre e, assim, a eletrodeposição nunca aconteceria. Esta concepção alternativa está de acordo com o observado por Caramel e Pacca (2011, p. 23):

[...] a corrente elétrica se estabelece sem um circuito fechado; o fato de só considerarem a corrente eletrônica e os erros conceituais de significação relativos às reações de oxido-redução parecem ser os pontos fundamentais que tornam sem sentido para o aluno o entendimento do funcionamento da pilha e a realização de uma eletrólise.

A presença de dois fios saindo da fonte externa foi observada, como demonstra a ilustração “b”. A figura mostra que os eletrodos estão ligados, formando um circuito fechado, e evidencia também a circulação externa da corrente de elétrons. Porém, a figura não incluiu a reação de deposição do revestimento da prata no cobre, a condução no eletrólito, e desprezou totalmente o substrato na forma de anel. Essa concepção alternativa é macroscópica, implicando na não observação das reações de oxirredução.

É possível perceber, conforme ilustração “c”, que o aluno não só entendeu a célula eletrolítica estudada, como conseguiu visualizar o produto final numa concepção apenas macroscópica, pois não apresentou a condução de corrente de elétrons nos fios do sistema, a condução no eletrólito nem a reação de oxirredução. Isto indica quão difícil é, para o aluno, o exercício da abstração.

Essas ilustrações apresentam a oportunidade de o aluno representar no papel suas impressões sobre as células eletroquímicas. À medida que os desenhos vão sendo produzidos, começa a se perceber o olhar dos alunos sobre aquilo que

observaram. Assim, com base nesses desenhos, que fornecem indícios do que não foi apreendido, o professor pode intervir significativamente para consolidar a aprendizagem, por meio de novos recursos didáticos.

A Figura 05 ilustra a célula eletrolítica utilizada. Foi feita uma eletrodeposição, na qual uma corrente contínua de 0,010 amperes foi forçada a passar pelos eletrodos e pela solução a uma tensão de 1,57 volts, fazendo com que os íons do metal (Ag^+), que produzem o revestimento de prata, fossem depositados.

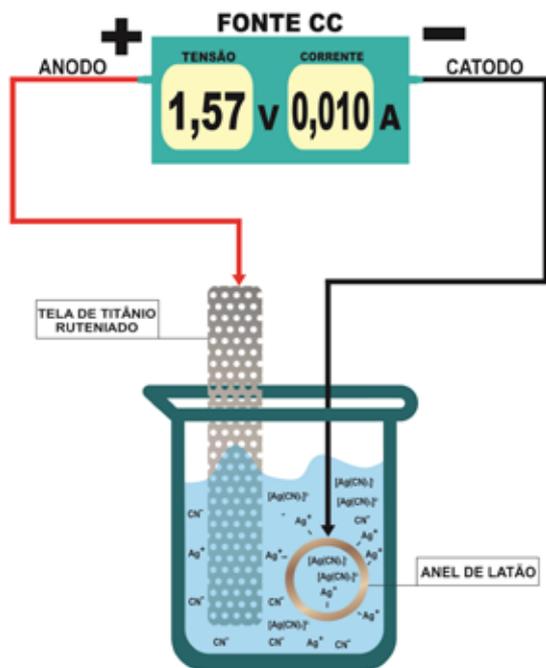


Figura 5: Ilustração elaborada pelos autores do presente artigo para representar a eletrodeposição.

O objeto de latão foi revestido com prata, metal mais nobre e menos reativo, formando um recobrimento de proteção, a fim de proteger o latão do contato com o ar e a umidade, e assim evitando a corrosão. A semi-reação de deposição catódica está representada em (4):

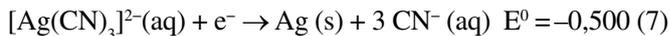
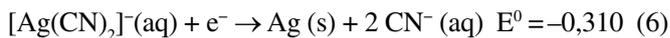


É importante mencionar que pode ocorrer redução da água sobre o catodo, formando $\text{H}_2(\text{g})$, em condição de sobrepotencial, concorrendo paralelamente com a reação de redução da prata, conforme representado pela equação (5). Isso prejudica a qualidade do recobrimento, diminuindo a sua aderência, uniformidade, brilho e proteção contra a corrosão do substrato.



A adição de mais cianeto de sódio à solução contendo íons Ag^+ forma os íons complexos $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ (aq) e $[\text{Ag}(\text{CN})_3]^{2-}$ (aq), que concorrem na eletrodeposição, melhorando a eficiência e a qualidade do depósito. Os respectivos

potenciais de redução são apresentados em (6) e (7) (Bard *et al.*, 1985):



No entender de Galiuzzi e Gonçalves (2004, p. 327) a experimentação “precisa ter como objetivo a aprendizagem dos alunos mais do que a transmissão de algum conhecimento pela prática. Para isso precisa estar atento ao aluno, percebendo seu conhecimento e suas dificuldades”. Trabalhando dessa forma, o professor estará considerando as concepções dos alunos e respeitando o ritmo de cada pessoa, porque cada um tem um tempo e uma maneira de internalizar seu aprendizado.

A maioria dos alunos, no momento em que se manifestaram sobre uma célula galvânica, o fez segundo a Figura 06. Nela, é possível visualizar o recobrimento final, porém não o desenho da célula eletroquímica que deu origem a esse produto, indicando que os alunos observaram com maior atenção o produto final, mas não construíram um conhecimento científico mais aprofundado.



Figura 6: Desenho elaborado por um aluno para representar a deposição química, um processo espontâneo.

Na última pergunta, foi solicitado aos aprendizes que conceituassem as diferenças existentes entre as células eletroquímicas estudadas. Um percentual de 56% dos discentes conceituou corretamente, e 44% confundiram as respostas. Assim sendo, a maioria dos alunos conseguiu compreender melhor a eletroquímica, o que foi observado também através dos desenhos, conforme a Figura 07. Nessa figura, percebe-se que o próprio aluno apresenta outra aplicação da eletroquímica, o carro elétrico.

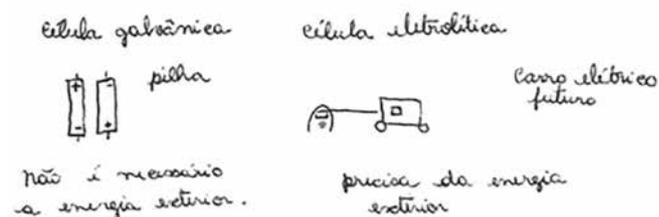


Figura 7: Desenho ilustrativo de um aluno, referente às diferenças entre células eletrolíticas e galvânicas.

Os depoimentos obtidos em resposta a esta questão podem nos levar a indagar sobre o ensino que se quer. Em um comentário, o aluno aborda os conceitos de células eletroquímicas nos seguintes termos: “Eletrolítica: há transformação de energia e precisa de uma fonte” e “Galvânica: não precisa de energia externa”, o que pode ser considerado válido.

Ele evoca que é a energia de um trabalho elétrico que faz a transformação química acontecer, mostrando uma percepção aguçada emitida pelo estudante.

Houve, no entanto, depoimentos equivocados, como, por exemplo: “As células galvânicas são as que precisam de energia para funcionar, as células eletrolíticas são as que possuem energia elétrica”. O que se percebe neste último comentário é a tentativa de memorizar e não de compreender, evidenciando um condicionamento alicerçado no ensino tradicional.

Algumas formas diferenciadas de abordagem dos conteúdos de eletroquímica em sala de aula proporcionam mais interesse e aprendizagem aos alunos. Uma dessas formas, a atividade experimental no ensino de Química, apresenta-se como maneira de promover a integração entre aluno, professor e suas realidades. Conceitos de eletroquímica podem ganhar valor para os alunos, por meio de atividades como a do uso de um anel, na qual lhes foi possível compreender o experimento de eletrodeposição em uma aplicação tecnológica integrada ao seu dia-a-dia. A eletrodeposição deixa as peças mais atraentes para serem comercializadas, como foi o caso do anel que passou por processos de prateação, obtendo a aparência desse metal mais nobre. Assim, os estudantes foram incentivados a ir além de seus pensamentos do senso comum.

Considerações Finais

O objetivo principal dos experimentos realizados foi atingido, pois os alunos conseguiram distinguir a diferença entre uma célula eletrolítica e uma célula galvânica, analisadas pelas representações em forma de desenhos das células eletroquímicas. O processo de obtenção de novas concepções está representado nos desenhos. O senso comum de que um metal folheado a ouro era produzido através de um *banho*

de imersão foi questionado. Sendo o desenho uma fonte de observação, notou-se um desenvolvimento da aprendizagem do aluno, ao exteriorizar uma etapa da construção de sua nova percepção. O conhecimento das etapas evolutivas do processo de ensino e aprendizagem fornece ao professor dados relevantes sobre a mudança de comportamento dos alunos. Outro resultado positivo é aquele que leva o docente a refletir sobre sua prática, buscando ampliá-la e sempre melhorá-la. Consideramos que as atividades descritas devem ser ampliadas, levando-se em conta que elas contribuem para complementar as atividades constantes nas unidades de ensino dos livros didáticos, nem sempre voltadas para as experimentações do tipo aqui apresentadas.

O dinamismo da aula experimental implicou em uma reorganização interna, tanto do ponto de vista do docente quanto do discente, possibilitando ao estudante a evolução da aprendizagem de conceitos científicos por meio da utilização dos desenhos. As lacunas que ocorreram durante o processo devem ser trabalhadas, a fim de que se entenda como acontece a transformação de um cátion em um sólido que adere à superfície do metal a ser revestido. Outro ponto importante para se discutir são os impactos gerados ao meio ambiente pelos resíduos da eletrodeposição.

Barbara dos Santos Juca Barreto (barbara_juca@hotmail.com) é licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo, Aracaju, SE – BR. **Carlos Henrique Batista** (chenriqueb@ig.com.br), licenciado em Química pela Universidade Federal de Sergipe (2001) e mestre em Engenharia de Processos pela Universidade Tiradentes (2008), é Professor Nível II da Prefeitura Municipal de Nossa Senhora da Glória, Professor Nível II do Governo do Estado de Sergipe e doutorando em Engenharia de Materiais na UFS - São Cristóvão, na área de eletrodeposição. Aracaju, SE – BR. **Maria Clara Pinto Cruz** (clara_aju@yahoo.com.br), licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo (2010), mestra em Química (1999) e doutora em Engenharia Química pela Unicamp (2004), é pesquisadora no Instituto de Pesquisa Interinstitucional de Sergipe (IPISE) da Faculdade Pio Décimo. Aracaju, SE – BR.

Referências

BARD, A. J.; PARSONS, R.; JORDAN, J. Standard Potentials in Aqueous Solution, Merce Dekker, Inc., New York, p. 305, 1985.

CAMEL, N.J.C.; PACCA, J.L.A. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. Caderno Brasileiro Ensino de Física, n. 28, p. 7-26, 2011.

CASTILHO, R.A. Experimentação em sala de aula. In: Dia-a-dia Educação – Portal Educacional do Estado do Paraná. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/116-4.pdf>> Acesso em: 27 de mar. de 2015.

GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, F.P. A natureza pedagógica

da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. Química Nova, n. 27, p.326-331, 2004.

GENTIL, V. Corrosão. 5ª. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2007.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, n. 10, p.43-49, 1999.

SANJUAN, M.E.C., SANTOS, C.V., MAIA, J.O.; SILVA, A.F.A., WARTHA, E.J. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. Química Nova na Escola, n. 31, p. 190-197, 2009.

SILVA, R.T.; CURSINO, A.C.T; AIRES, J.A.; GUIMARÃES, O. M. Contextualização e experimentação: uma análise dos artigos publicados na seção “Experimentação no ensino de química” da revista Química Nova na Escola 2000-2008. Ensaio, Pesquisa, Educação e Ciência, n.11, p. 2. 2009.

Abstract: *Electrochemical cells, everyday life and students' concepts.* Batteries are recurring electrochemistry themes in High School textbooks. However, few of them address electrodeposition processes. This paper aims at presenting a methodology to approach the teaching of electrodeposition and to assess its results. Two didactic experiments were carried out: a chemical deposition of silver on a copper rod; and the silver plating of a brass ring. They served to teach two reaction types: spontaneous and non spontaneous reactions. Students' learning was assessed by means of illustrations of the experiments. Conceptions held by senior high school students from State School Manoel Messias Feitosa, in Nossa Senhora da Glória, SE, were so represented. The analysis of such representations revealed a development of more scientific conceptions if compared to common sense about phenomena of chemical deposition and electroplating.

Keywords: electrochemistry, experimentation, electrodeposition.

Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais

Cristiana Oliveira de Barbosa Loyola e Fernando César Silva

Este artigo apresenta uma oficina temática para aulas de Química no Ensino Médio, abordando plantas medicinais para discutir grupos funcionais. Oficinas temáticas podem possibilitar a inserção do contexto do estudante em sala de aula, promovendo a aprendizagem e desenvolvendo no estudante uma visão crítica para tomar decisões em seu meio. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários, para conhecer as ideias dos estudantes e verificar se eles entenderam o que foi proposto. Os resultados confirmaram a importância das atividades para facilitar a compreensão dos estudantes sobre o tema. Além disso, percebeu-se que muitos dos estudantes, mesmo não explicitando os grupos funcionais das classes de metabólitos secundários, entenderam que diferentes grupos podem levar a diferentes atividades farmacológicas. Essa proposta de oficina temática pode abrir perspectivas para que outros professores a utilizem em contextos semelhantes.

► oficinas temáticas, medicina popular, metabólitos secundários ◀

Recebido em 17/11/2015, aceito em 27/05/2016

59

As oficinas temáticas se constituem em importantes ferramentas aplicadas ao ensino de Química. A abordagem de um tema relevante para os estudantes, dentro de uma oficina temática, pode proporcionar o interesse e, mais importante, possibilitar o desenvolvimento de autonomia na (re)construção do seu próprio conhecimento, visto que os estudantes participam ativamente do processo ensino e aprendizagem (Silva; Marcondes, 2007). Portanto, cabe aos professores a escolha de temas que estejam associados à vivência de seus estudantes. Dessa forma, propõe-se a aplicação de uma oficina temática, utilizando uma planta medicinal – a *Vitex megapotamica* – como tema central.

Podemos perceber, na maioria dos livros didáticos e na fala de alguns professores, que a abordagem de grupos funcionais em Química Orgânica se baseia somente na identificação estrutural, de forma isolada, e na nomenclatura. Por exemplo, os hidrocarbonetos são formados por átomos de carbono e hidrogênio, e sua nomenclatura utiliza as terminações *-ano* para alcanos, *-eno* para alcenos e *-ino* para alcinos; os alcoóis são formados por grupo hidroxila ligado a um átomo de carbono saturado, e sua nomenclatura utiliza a terminação *-ol*; etc. Há necessidade do estudante aprender dessa forma? Percebemos que, na maioria das vezes, não se relaciona esses grupamentos funcionais com as propriedades

físicas, químicas ou, até mesmo, farmacológicas, de cada substância. Por exemplo, muitas substâncias (encontradas na natureza ou sintetizadas em laboratório) não apresentam somente um grupo funcional, mas vários, o que determina suas propriedades farmacológicas. A modificação estrutural desses grupos em outros pode até aumentar essa atividade farmacológica.

Nessa perspectiva, propomos utilizar uma estratégia de ensino que propicie a (re)construção de conhecimentos químicos, valorizando o saber popular e que torne o estudante mais crítico para formar suas próprias opiniões sobre assuntos de sua vivência. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar uma oficina temática, utilizando uma planta medicinal, para caracterização dos grupos funcionais das classes de metabólitos secundários nela identificadas, e a relação desses grupos com as propriedades farmacológicas.

A escolha do tema Plantas Medicinais foi baseada no contexto da região onde este trabalho foi desenvolvido, visto que, para muitas famílias, o uso da medicina tradicional constitui um recurso disponível e de fácil acesso. O tema proposto possibilita a interligação com outras áreas do conhecimento, como a botânica, farmacognosia e farmacologia. Além disso, valoriza o conhecimento popular e proporciona a reflexão sobre diversos problemas, como a preservação e utilização correta das espécies medicinais.

O conhecimento científico pode ser difundido na sociedade por diversas maneiras, seja com o objetivo de promover a participação efetiva dos cidadãos inseridos nessa sociedade, seja para a tomada de decisões de forma individual ou coletiva, promovendo ao mesmo tempo a interação entre saberes múltiplos (Brasil, 2002). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a sabedoria popular é um exemplo típico de como podemos adquirir conhecimento por meio das tradições locais de determinada região, pois “a tradição cultural difunde saberes, fundamentados em um ponto de vista químico, científico, ou baseado em crenças populares” (Brasil, 2000, p. 30).

Entretanto, não é fácil fazer com que os estudantes consigam relacionar o que se aprende em sala de aula com o seu cotidiano e, muito menos, interagir esse conhecimento com as diversas áreas. De acordo com Delizoicov e colaboradores (2007), é necessário apresentar aos estudantes a importância não só do conhecimento em si, mas do desenvolvimento do espírito crítico dentro da Ciência, formando um cidadão mais consciente e participativo na sociedade. Ao analisar os PCNEM, percebe-se também a necessidade do desenvolvimento de estratégias, considerando inicialmente os conhecimentos prévios dos estudantes adquiridos durante suas experiências de vida, para posterior reformulação de ideias na construção do saber interligado às diversas áreas do conhecimento (Brasil, 2000). O professor é responsável por buscar essas estratégias metodológicas de acordo com sua vivência no ambiente escolar, adequando-as da melhor maneira possível à sua realidade, abrindo espaço à interação de ideias de forma que alcance seus objetivos (Minas Gerais, 2007).

Dentre as múltiplas estratégias possíveis, nas orientações complementares aos PCNEM (os chamados PCN+), se encontram argumentos que sugerem a eficácia do desenvolvimento de abordagens temáticas no processo de ensino-aprendizagem.

O desenvolvimento de projetos disciplinares ou interdisciplinares, articulando todas essas formas de ação ou recursos pedagógicos, é extremamente propício para o desenvolvimento das diferentes competências almejadas, particularmente àquelas associadas à contextualização sócio-cultural: selecionar um tema de relevância científica, tecnológica, social ou cultural associado ao conhecimento químico, programar suas diferentes etapas, dividir tarefas e responsabilidades no grupo, buscar e trocar informações prévias, desenvolver as ações previstas,

avaliá-las e relatá-las, usando diferentes meios e instrumentos de comunicação, interagir com outras comunidades (BRASIL, 2002, p.106).

No CBC (Conteúdo Básico Comum) de Química (2007), são encontrados argumentos que indicam a abordagem temática a partir de desenvolvimento de projetos como um poderoso recurso metodológico, porque permite que os estudantes aprendam de forma interdisciplinar e ao mesmo tempo conectada à sua realidade, despertando-os para a reflexão e reformulação de ideias que venham a contribuir na formação de cidadãos conscientes dos seus atos.

As oficinas temáticas são atividades baseadas em experimentos, conectadas por meio de um tema central, apresentando situações e problemas que promovam a participação ativa dos estudantes (Silva; Marcondes, 2007). Elas podem ser consideradas “ferramentas” eficientes no processo de ensino e

de ensino e aprendizagem, porque constituem uma forma diferenciada de abordagem, envolvendo temas que estejam vinculados às vivências dos estudantes.

A oficina temática se configura como um instrumento de divulgação do saber científico, procurando estabelecer uma relação contextualizada entre os conteúdos a serem trabalhados e os interesses dos alunos, além de permitir o diálogo e a tomada de decisões em grupo, a interpretação de dados e a construção individual do conhecimento, através das atividades propostas, gerando uma visão mais global da ciência (Marcondes, 2008, p.73).

De acordo com Delizoicov e Pierson (1991), as oficinas temáticas são, geralmente, organizadas e desenvolvidas em três momentos: *a problematização inicial*, momento em que o professor questiona, levantando situações do contexto desses estudantes, e mostrando a necessidade de adquirirem novos conhecimentos; *a organização do conhecimento*, momento em que o professor indica aos estudantes um estudo sequencial e sistemático dos conhecimentos científicos, permitindo que eles próprios comparem esses “novos conhecimentos” com o que eles sabiam, re-elaborando suas ideias em relação ao tema; e, por fim, *a aplicação do conhecimento*, momento que permite aos estudantes construírem uma nova visão sobre o assunto.

As oficinas temáticas estão alicerçadas sobre dois pilares: contextualização e experimentação (Pazinato; Braibante, 2014). Entretanto, a experiência de pesquisadores na área de formação inicial e continuada de professores de Física tem apontado dificuldades no entendimento de como utilizar a

As oficinas temáticas são atividades baseadas em experimentos, conectadas por meio de um tema central, apresentando situações e problemas que promovam a participação ativa dos estudantes (Silva; Marcondes, 2007). Elas podem ser consideradas “ferramentas” eficientes no processo de ensino e aprendizagem, porque constituem uma forma diferenciada de abordagem, envolvendo temas que estejam vinculados às vivências dos estudantes.

contextualização em projetos temáticos, isto é, os próprios professores não entendem o que é a contextualização no ensino (Macedo; Silva, 2014).

De acordo com os PCN+, contextualizar a Química não é promover uma ligação artificial entre o conhecimento químico e o cotidiano dos estudantes. Não é simplesmente citar exemplos ao final de cada conteúdo abordado, como forma ilustrativa. “Contextualizar é partir inicialmente de uma situação problemática real, buscando o conhecimento necessário para entendê-la e solucioná-la” (Brasil, 2002, p. 93). Segundo Santos (2007), incluir fatos do dia a dia nas aulas pode não propiciar discussões significativas para a aprendizagem dos estudantes e, tampouco despertar o interesse dos mesmos pelo assunto. Torna-se necessário integrar os conteúdos de forma expressiva, contribuindo para a formação de um cidadão crítico e consciente na tomada de decisões que poderão influenciar a sociedade na qual está inserido (Santos, 2007).

A contextualização se destaca nos documentos oficiais, e seu processo pode ser indicado e explicado a partir de quatro vertentes:

1) contextualização como aproximação do conteúdo com o cotidiano do aluno em um sentido amplo, sendo o cotidiano representado por atividades do seu dia a dia, bem como as tarefas laborais; 2) contextualização como a aproximação e relação entre conhecimentos de diversas áreas científicas de modo que possibilitem o trabalho interdisciplinar; 3) contextualização como meio de relacionar aspectos sócio-culturais e históricos a fim de se alcançar a Alfabetização Científica e Tecnológica; 4) contextualização como possível caminho a fim de minimizar os danos causados no processo de transposição didática (Macedo; Silva, 2014, p. 60).

Portanto, a contextualização não deve ser entendida como recurso didático ou estratégia de ensino, mas sim como princípio norteador desses recursos ou estratégias (Wartha *et al.*, 2013).

Em relação ao segundo pilar das oficinas temáticas, a experimentação, os PCN+ recomendam que a experimentação no ensino de Química deva ser fundamentada no caráter investigativo e questionador de uma situação-problema, promovendo reflexões sobre os resultados obtidos para que as conclusões possam ser usadas na (re)construção do conhecimento (Brasil, 2002). A experimentação não deve ser pensada somente como estratégia para utilizar e manipular vidrarias de laboratório, ou como imitação dos cientistas na criação de conceitos, mas deve propiciar ao estudante o contato com fenômenos químicos, possibilitando a elaboração de modelos, por meio de suas impressões, de seus conhecimentos (re)construídos, de suas falas, etc. (Marcondes *et al.*, 2009). A experimentação pode ser uma oportunidade de ação e reflexão para o próprio estudante, entendido como participante do processo e o professor como mediador. Mesmo

os experimentos demonstrativos em sala de aula podem ser caracterizados como investigativos, desde que suscitem um problema, conduzindo os estudantes para a elaboração de soluções (Silva; Marcondes, 2007).

A escolha do tema de uma oficina temática deve ser permeada pela possibilidade do mesmo em contextualizar, sendo que a oficina deve abranger experimentos que promovam ação e reflexão.

Plantas Medicinais como tema no Ensino de Química

O tema de uma oficina temática constitui, segundo Meyrelles e colaboradores (2013), uma proposta metodológica baseada no diálogo a respeito do conhecimento. De acordo com Becher e Koga (2012), as Plantas Medicinais podem ser consideradas como um tema, pois possibilitam a contextualização e a interdisciplinaridade, fazendo, portanto, parte do contexto de muitos estudantes brasileiros. As autoras investigaram os conhecimentos dos estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA), sobre plantas medicinais para, a partir daí, utilizá-las para auxiliar o aprendizado, visto que elas estão diretamente relacionadas à realidade dos estudantes. Os resultados demonstraram o elevado nível de interesse dos estudantes a respeito do assunto. Lopes e colaboradores (2011) buscaram discutir as possibilidades de intercâmbio entre projetos de pesquisa acadêmica e a prática docente no espaço escolar, por meio de uma oficina sobre plantas medicinais do cerrado. A oficina “*Conhecendo mais sobre plantas medicinais*”, foi desenvolvida na Escola Municipal Sebastião Rangel, no distrito de Taipurama, em Uberlândia (MG), pelo Grupo Acadêmico de Educação Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia, com o objetivo de investigar o uso dessa estratégia de ensino para aprendizagem dos estudantes. Em geral, os resultados indicaram que as atividades desenvolvidas na oficina temática em questão mostraram-se relevantes para os estudantes, que adquiriram novos conhecimentos compartilhados com membros da comunidade, servindo para resgatar as tradições culturais locais (Lopes *et al.*, 2011).

Tanto o trabalho de Becher e Koga (2012) quanto o de Lopes e colaboradores (2011) buscaram valorizar os saberes populares associados à utilização de plantas medicinais, o chamado etnoconhecimento. Quirino (2015), em um artigo bem instigante a respeito da veiculação, por parte da mídia, de informações que visam manter uma ordem médica hegemônica e permeada de interesses econômicos, valoriza a medicina tradicional como incentivo à pesquisa. Quirino (2015) critica a desvalorização das culturas populares por determinadas áreas do conhecimento e por veículos midiáticos, que são usados para deturpar as informações e favorecer interesses de grandes grupos farmacêuticos. Com um olhar crítico, observam-se contradições nas informações veiculadas na mídia, como, por exemplo:

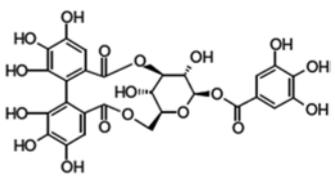
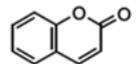
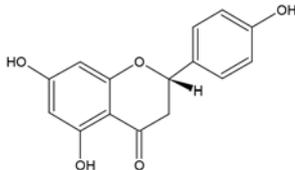
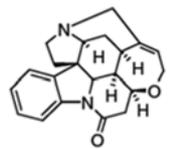
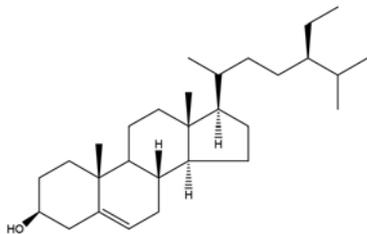
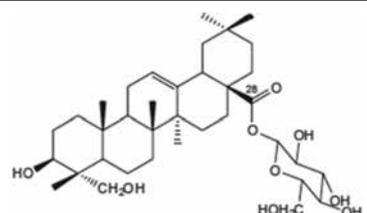
O etnoconhecimento é utilizado como referência para melhorar a eficiência da pesquisa de moléculas bioativas. Paradoxalmente, ele é desvalorizado por

determinados campos do conhecimento. Em outros momentos, existe sua exploração sem haver um retorno social direto para as comunidades agrárias e pequenos produtores (Quirino, 2015, p. 280).

Nesse contexto, fica clara a necessidade de se formar cidadãos que consigam interpretar os verdadeiros interesses da mídia, que muitas vezes tenta manipular a população usando de diversos artifícios em benefício a quem lhe convém, não se importando com o real significado do conhecimento e do que realmente é importante para a humanidade.

A espécie *Vitex megapotamica* pertence à família Verbenaceae e é conhecida popularmente como azeitona-do-campo. O chá de suas folhas é muito utilizado para tratamento de afecções cutâneas e hipertensão. Pode ser utilizada, ainda, como diurético e anti-inflamatório (Brum *et al.*, 2011). Diversas classes de metabólitos secundários já foram identificadas nessa espécie. Além disso, existem diversos estudos que indicam importantes atividades farmacológicas para essas classes (Brum *et al.*, 2011), conforme indicado no Quadro 1 (Augustin *et al.*, 2011; Brandt *et al.*, 2009; Brum *et al.*, 2011; Cseke *et al.*, 2006).

Quadro 1: Classes de metabólitos secundários, estruturas químicas, grupos funcionais e atividades farmacológicas relacionados a *Vitex megapotamica*.

Classe de metabólitos secundários	Estrutura química de um exemplar da classe ¹	Grupos funcionais	Atividade Farmacológica ²
Taninos		Fenol Éster Álcool Éter	Hipotensor
Cumarinas		Éster Aromático Alceno	Anticoagulante Relaxante vascular
Flavanonas		Fenol Cetona Éter	Anti-inflamatória Antiviral Antimicrobiana Antioxidante
Alcaloides		Amina Amida Aromático Éter Alceno	Estimulante do Sistema Nervoso Central
Esteroides		Álcool Alcano Alceno	Hipolipidêmica
Saponinas		Álcool Éster Éter Alceno Alcano	Anti-inflamatória Antifúngica

¹Representantes (corilagina, 1,2-benzopirona, narigerina, estraquinina, β -sitosterol e hederagenina) de cada classe de metabólitos secundários detectadas em *Vitex megapotamica*. Não significa que esses metabólitos foram isolados na espécie, mas as classes já foram detectadas. ²Atividades farmacológicas das classes de metabólitos secundários detectadas em *Vitex megapotamica*. Não significa que essas atividades correspondam a cada metabólito secundário listado nesse quadro.

Cada classe de metabólitos apresenta diversos grupos funcionais, que interagem com os grupos funcionais da macromolécula biológica (sítio receptor no organismo), determinando a atividade farmacológica (Barreiro, 2001).

Da realização da oficina temática

A temática “Plantas Medicinais” engloba uma questão social e cultural das comunidades do Norte de Minas Gerais, nas quais muitas pessoas utilizam plantas para o tratamento de enfermidades. A oficina temática foi realizada com uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual, abrangendo quatro aulas de 50 minutos, conforme indicado a seguir.

Problematização inicial (1ª aula): aplicação do questionário inicial (Quadro 2) para conhecimento das ideias dos estudantes sobre o tema, envolvendo-os em questionamentos, principalmente no que se refere à constituição da azeitona-do-campo. Em seguida, essas questões foram discutidas em sala de aula com toda a turma, a fim de iniciar a problematização.

Quadro 2: Questionário inicial aplicado aos estudantes.

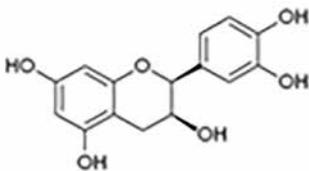
Primeira Questão: Cite algumas utilidades das plantas em nossa vida.
Segunda Questão: Você concorda que é importante preservar as plantas? Explique.
Terceira Questão: Você já utilizou alguma planta para tratamento de uma doença? Se sim, qual?
Quarta Questão: De que as plantas são formadas?
Quinta Questão: Você consegue relacionar com as plantas os grupos funcionais (hidrocarbonetos, álcoois, cetona, ácido carboxílico, éter, éster, fenol, amina, amida, etc.) que estão estudando? Se sim, como?

Organização do conhecimento (2ª e 3ª aulas): nessas aulas foram distribuídos materiais de apoio, com informações e questionamentos para realização das atividades experimentais (identificação da azeitona-do-campo, por meio do preparo de uma exsicata; preparação dos extratos, utilizando acetona, álcool e água como solventes; e identificação das classes de metabólitos secundários, por meio de reações específicas para caracterização dos grupos funcionais) a partir da discussão dos conhecimentos científicos envolvidos, para re-elaboração das ideias dos estudantes.

Aplicação do conhecimento (4ª aula): aplicação do questionário final (Quadro 3), possibilitando a construção de novos conceitos: identificação de grupos funcionais e sua relação com a atividade farmacológica de metabólitos secundários.

As respostas aos questionários foram analisadas, discutidas e categorizadas em: respostas corretas; parcialmente corretas; incorretas; e não sabem ou não responderam.

Quadro 3: Questionário final aplicado aos estudantes.

Primeira Questão: As plantas podem ser utilizadas como alimento (verduras, legumes e frutas), combustível (obtenção do etanol a partir da cana-de-açúcar), abrigo (folhas de palmeira para cobertura de telhados) e para tratamento de doenças (plantas medicinais). As plantas medicinais, por serem naturais, podem ser utilizadas sem nenhuma preocupação? Explique.
Segunda Questão: Um estudante coletou a mesma planta em locais diferentes. Durante o estudo, ele observou que seus constituintes eram diferentes. Pode-se afirmar que a identificação das espécies estava errada? Explique.
Terceira Questão: Você precisa extrair os taninos de uma planta medicinal e, para isso, utilizou o hexano como solvente. Sabendo que o hexano é um solvente menos polar que a acetona, esse procedimento está correto? Explique.
Quarta Questão: Dada a estrutura química da catequina abaixo, pede-se:

Identifique os grupos funcionais na própria estrutura.
Quinta Questão: Sabe-se que o efeito farmacológico de um extrato de uma planta está relacionado com a presença de saponinas. Poderia ser utilizado um extrato rico em antraquinonas para obter o mesmo efeito farmacológico? Explique.

Da discussão das respostas dos estudantes

Dos 29 estudantes matriculados na turma de 3º ano, 27 participaram da aula de aplicação do questionário inicial (Quadro 2), e 25 do questionário final (Quadro 3).

A problematização se deu por meio do questionário inicial (Quadro 2), que foi elaborado com cinco questões discursivas, sendo as três primeiras baseadas na importância das plantas e as duas últimas relacionadas à constituição química das mesmas. A análise das respostas dos estudantes ao questionário inicial permitiu classificar as respostas conforme indicado na Tabela 1.

Na primeira questão, esperava-se que os estudantes indicassem as utilidades das plantas, como, por exemplo: produção de gás oxigênio, alimentos, medicamentos, combustível, etc. Cerca de 67% dos estudantes responderam corretamente, e muitos mencionaram como principal utilidade das plantas o tratamento de doenças, conforme exemplificado pela resposta de um estudante: “*Além de nos proporcionar o oxigênio, elas também servem para tratamentos medicinais como: anti-inflamatório (sic), ação anti-oxidante entre outros*”. Isso pode indicar que a maioria dos estudantes reconheceu as propriedades medicinais das plantas, que estão intimamente inseridas no seu dia-a-dia. As respostas incorretas corresponderam a 22%, incluindo estudantes que apenas mencionaram o nome de algumas plantas comuns em sua região, mas não indicaram se são

Tabela 1: Classificação e quantidade das respostas fornecidas pelos estudantes para o questionário inicial

Questões	Corretas	Parcialmente Corretas	Incorretas	Não responderam/Não sabem
1	18 (67%)	3 (11%)	6 (22%)	0
2	16 (59%)	9 (33%)	2 (8%)	0
3	26 (96%)	0	1 (4%)	0
4	26 (96%)	1 (4%)	0	0
5	0	0	24 (89%)	3 (11%)

utilizadas para o tratamento de doenças. Como exemplo, pode-se indicar a seguinte resposta: “*Eva doce, capim da lapa, Bordo, hortelã e camumila*” (sic). Foram consideradas respostas parcialmente corretas, em torno de 11%, aquelas em que os estudantes consideravam as plantas como a única fonte de tratamento de doenças, e não indicavam outras aplicações. Isso pode ser observado na resposta de uma estudante: “*As plantas são ótimas para pessoas que tem alergia de alguns remédios. E além disso não corremos o risco de entoxicar, igual acontece com remédios de farmácia*” (sic). Percebe-se que a estudante considera as plantas isentas de toxicidade, e os remédios de farmácia, isto é, os remédios sintéticos, como causadores de intoxicação.

Na segunda questão, esperava-se que os estudantes explicitassem a importância da preservação das plantas. Cerca de 59% dos estudantes responderam de forma adequada, apresentando argumentos que justificaram suas afirmações. Desses estudantes, a maioria associou a importância da preservação com o potencial medicinal. Além disso, reconheceram a dependência do ser humano pelas plantas que constituem a base de nossa cadeia alimentar, sem as quais seria impossível a vida na Terra, conforme indicado pela resposta de uma estudante: “*Sim, pois são vitais para a vida na terra, além de suas funções na alimentação e na cura, são responsáveis pela liberação de oxigênio na atmosfera*”. Foram consideradas respostas parcialmente corretas aquelas em que os estudantes indicaram a importância das plantas medicinais pela sua utilidade, mas não apresentaram quais (33%), como, por exemplo: “*Concordo, plenamente, pois elas são de muita utilidade para muitos*”. As respostas incorretas corresponderam a 8%, indicando que alguns estudantes, mesmo concordando que a preservação é importante, ainda não reconheceram a utilidade das plantas, conforme ilustrado a seguir: “*Sim. Pois se não preservamos iríamos perder muitas plantas*”. Podemos inferir que para o estudante a preservação é importante para as plantas não serem extintas, mas ele não reconhece que a extinção pode ocasionar desequilíbrios no ecossistema e, conseqüentemente, desencadear uma série de prejuízos.

Na terceira questão se esperava que os estudantes exemplificassem o uso de alguma planta para o tratamento de uma doença. Cerca de 96% dos estudantes disseram já ter usado pelo menos uma espécie na busca pela cura ou alívio de uma doença. Embora a azeitona-do-campo seja muito comum na região, não foi mencionada por nenhum estudante. As mais citadas foram: hortelã (8 citações), erva-cidreira e erva-doce (6), camomila e boldo (5), capim-da-lapa (3), melissa (2), e casca-de-laranja, flor-de-mamão, caninha e picão (1). Apenas um estudante (4%) respondeu incorretamente, mencionando “*compostos orgânicos*”. Podemos inferir que o estudante não entendeu a pergunta, ou pensou em produtos orgânicos. De um modo geral, confirmamos que as plantas medicinais estão inseridas no contexto desses estudantes. Dessa forma, utilizando-as como tema da oficina temática, podemos conseguir uma efetiva participação dos estudantes.

De que as plantas são formadas? É uma questão bem geral, e a resposta poderia ser baseada na estrutura morfológica (caule, folhas, galhos, raízes, etc.) ou na estrutura química. Deixamos essa questão em aberto para não induzirmos os estudantes a responderem do ponto de vista químico, para assim termos ideia se eles, espontaneamente, associam a formação das plantas a constituintes químicos.

De que as plantas são formadas? É uma questão bem geral, e a resposta poderia ser baseada na estrutura morfológica (caule, folhas, galhos, raízes, etc.) ou na estrutura química. Deixamos essa questão em aberto para não induzirmos os estudantes a responderem do ponto de vista químico, para assim termos ideia se eles, espontaneamente, associam a formação das plantas a constituintes químicos.

associam a formação das plantas a constituintes químicos. Dessa forma, consideramos corretas as respostas relacionadas tanto a morfologia quanto a estrutura química. Em torno de 96% dos estudantes responderam corretamente, incluindo respostas tanto do ponto de vista morfológico quanto químico, como, por exemplo: “*Raiz, folhas, caule, compostos orgânicos*”. Como a professora já havia introduzido o estudo da Química Orgânica,

acreditamos que os alunos sabiam que as plantas são constituídas, principalmente, por compostos orgânicos. Mesmo assim, citaram as estruturas morfológicas: caule, folhas, frutos, galhos, sementes, etc. Neste momento, não temos condições de responder se esses estudantes entendem que as estruturas morfológicas são formadas por compostos orgânicos, ou se acreditam que não há relação entre os dois aspectos. Consideramos a resposta de um estudante (4%) parcialmente correta, pois respondeu: “*hidrocarboneto =*

carbono e hidrogênio". Essa resposta é interessante, pois ele especifica uma classe de compostos orgânicos que formam as plantas, mas ainda não reconhece outras classes, como, por exemplo, os álcoois (carboidratos), aminas e ácido carboxílicos (aminoácidos), amidas (proteínas), fenóis (algumas classes de metabólitos secundários). Cabe destacar que, até aquele momento, a professora havia comentado apenas sobre a classe dos hidrocarbonetos. Podemos inferir que o estudante relacionou a formação da planta com a classe de compostos orgânicos estudada.

Na última questão, se esperava que os estudantes relacionassem os grupos funcionais com os metabólitos da planta, principalmente os primários. Cerca de 89% dos estudantes responderam de forma incorreta, repetindo apenas o grupo funcional e não explicando como se dá essa relação. Muitos citaram: "*Somente hidrocarbonetos*". Como mencionado anteriormente, isso pode ser entendido pelo fato da professora ter abordado apenas os hidrocarbonetos. Nenhum estudante respondeu corretamente, se podendo inferir que não há um entendimento de que cada grupamento funcional possui propriedades semelhantes, que essas propriedades estão associadas às suas estruturas químicas e que podem ser generalizadas para todas as substâncias que apresentam o mesmo grupamento. Não se observou a ideia de que muitas substâncias com as quais os estudantes possuem contato no dia-a-dia são formadas pelo mesmo ou diferente grupamento.

Os questionamentos realizados na problematização inicial trouxeram situações do contexto dos estudantes, permitindo à professora conhecer suas ideias e confrontá-las, de modo que os estudantes percebessem a necessidade de adquirirem novos conhecimentos.

A organização do conhecimento, realizada por meio de uma atividade experimental demonstrativa – preparo das exsiccatas, dos extratos e identificação dos constituintes – ofereceu aos estudantes momentos de discussão sobre os procedimentos adotados e os conceitos envolvidos.

Para aplicação do conhecimento foi utilizado outro questionário (Quadro 3), com cinco questões abertas que retomavam os questionamentos realizados inicialmente, mas com um nível de complexidade mais elevado. A primeira questão foi baseada na segurança e eficácia da utilização de plantas medicinais; a segunda, na identificação de uma espécie baseada na constituição química; a terceira, na polaridade de solventes para extração de metabólitos secundários formados por compostos fenólicos; a quarta, na identificação de grupos funcionais na estrutura química de um metabólito; e a quinta,

na relação entre grupos funcionais e propriedades farmacológicas. Por meio da análise das respostas dos estudantes, foi possível classificá-las conforme indicado na Tabela 2.

Na primeira questão, se esperava que os estudantes relacionassem uma preocupação com a preparação e a administração (dosagem, intervalo entre uma dose e outra, associação de outras plantas, tempo de uso) de chás, "garrafadas", etc., indicando que, mesmo sendo de origem natural, cuidados são necessários para evitar intoxicações. As respostas parcialmente corretas corresponderam a 84%, pois os estudantes mencionaram apenas o uso exagerado, conforme indicado a seguir: "*Não. Toda planta tem componentes químicos que se usado exagerado pode trazer para as pessoas efeitos colaterais*". Observamos que a forma de preparo não foi considerada importante. Cabe destacar, ainda, que alguns estudantes indicaram que os compostos químicos presentes nas plantas são os responsáveis pelos efeitos adversos, como ocorre também com qualquer medicamento sintético. Podemos inferir que esses estudantes entenderam que, mesmo as plantas sendo de origem natural, são constituídas por substâncias, e que muitas podem ser tóxicas. As respostas incorretas corresponderam a 12%, conforme exemplificado a seguir: "*Não: Porque toda planta possui uma química diferente, e se beber demais ele pode trazer outra doença*" (sic). Podemos sugerir que ele não entende que a diferença em termos de constituintes se dá pelo metabolismo secundário, sendo que o primário é comum a todas as plantas. Além disso, menciona apenas o consumo excessivo, que ocasionaria outra doença, e não que levaria à intoxicação. Somente uma estudante mencionou a forma de preparo e o consumo adequado: "*Não. Porque toda planta tem uma reação diferente, ou seja, pela maneira que ela é preparada, e consumida de maneira correta para cada caso específico. Se não, não (sic) poderá obter efeitos indesejados*". Embora a resposta apresente certa confusão, podemos perceber que a estudante entende que a maneira como a planta é preparada e consumida se dá de forma específica para cada enfermidade e espécie utilizada. Podemos inferir que ela citou "reação" no sentido de que cada espécie vai atuar de forma diferente no organismo. A estudante concluiu indicando que, se a planta fosse usada corretamente, não ocorreria efeito indesejado. Observamos, então, que a maior parte dos estudantes tem consciência de que o consumo exagerado de plantas medicinais pode trazer riscos, como também acontece com medicamentos sintéticos.

Em relação à segunda questão, se esperava que os estudantes entendessem que a mudança de solo e as condições

Tabela 2: Classificação e quantidade das respostas fornecidas pelos estudantes para o questionário final

Questões	Corretas	Parcialmente Corretas	Incorretas	Não responderam/Não sabem
1	1 (4%)	21 (84%)	3 (12%)	0
2	7 (28%)	10 (40%)	8 (32%)	0
3	22 (92%)	0	3 (8%)	0
4	22 (88%)	2 (8%)	1 (4%)	0
5	17 (68%)	7 (28%)	1 (4%)	0

climáticas podem influenciar a quantidade e a diversidade dos metabólitos secundários produzidos por uma mesma espécie. Dessa forma, não se pode afirmar, apenas por um único estudo, que a variação de metabólitos secundários indica que se trata de espécies diferentes. As respostas parcialmente corretas e corretas corresponderam a 40 e 28%, respectivamente. No primeiro caso, os estudantes indicaram que a mudança de um local para outro influencia apenas na quantidade de metabólitos produzidos, como, por exemplo: “*Não. Dependendo do clima e solo, a quantidade de componentes químicos muda de região para região*”. No segundo caso, foram consideradas corretas se os estudantes explicaram que fatores externos, como o clima e o solo, podem influenciar na variedade dos constituintes presentes na planta, como, por exemplo: “*Não, dependendo do clima os compone (sic) são diferentes, o fato do clima e do solo vão influenciar nos componentes químicos*”. As respostas incorretas corresponderam a 32%, como, por exemplo: “*Não. Pois elas não são diferentes, o que diferencia é o solo*”. Esses estudantes não mencionam que há relação entre a diferença de solo e a variação da concentração e diversidade de constituintes. De modo geral, verificamos que muitos dos estudantes entenderam que fatores externos podem ocasionar diferenças nos metabólitos secundários de plantas.

Na terceira questão, se esperava que os estudantes soubessem relacionar o melhor solvente a ser utilizado na extração de um dos constituintes presentes na planta medicinal em estudo, os taninos. Cerca de 92% dos estudantes responderam corretamente, indicando que um solvente apolar não extrairia um constituinte muito polar, conforme indicado na resposta de uma estudante: “*Não. O hexano é um solvente apolar e para extrair o tanino é preciso de um solvente polar*”. As respostas incorretas corresponderam a 8%: nesses casos, os estudantes não souberam identificar a polaridade do hexano e relacioná-la com a extração de um metabólito polar, como é exemplificado pela resposta a seguir: “*Não. Por que o hexano é polar ou menos polar e para extrair (sic) precisa de um solvente polar*”. Embora os estudantes tenham se mostrado surpresos com a palavra “polaridade” durante os experimentos, após as discussões e realização dos experimentos foi possível inferir que eles entenderam o que significa polaridade, e souberam relacionar com a extração de constituintes de plantas.

Na quarta questão, se esperava que os estudantes soubessem identificar os grupos funcionais comuns em uma catequina, que são: fenol, éter e álcool. Responderam corretamente 88% dos estudantes, indicando, na própria estrutura, os grupos funcionais presentes. Desses estudantes, 14 identificaram todos os grupos funcionais, sete identificaram apenas o fenol e o álcool, e uma estudante identificou apenas o fenol e o éter. Todos os estudantes reconheceram o fenol, pois este grupo funcional está presente em duas das classes de metabólitos secundários que identificamos nos experimentos, as antraquinonas e os taninos. As respostas parcialmente corretas corresponderam a 8%, nas quais os estudantes identificaram os grupos éter e fenol, mas não

souberam identificar o álcool. Percebemos que esses estudantes não entenderam a diferença entre um álcool e um fenol, embora tenham identificado as hidroxilas fenólicas. Apenas a resposta de um estudante (4%) foi considerada incorreta, visto que ele não identificou os grupos funcionais na própria estrutura como solicitado, mas apenas citou: “*fenol, fenol, fenol, fenol e álcool (sic)*”.

Na última questão, se esperava que os estudantes entendessem que o efeito farmacológico de um metabólito secundário está relacionado com a presença de grupos funcionais característicos em sua estrutura. Para isso, utilizamos o exemplo das saponinas e antraquinonas, que possuem grupos funcionais diferentes. As respostas de 68% dos estudantes foram consideradas corretas, pois entenderam as diferenças entre as duas classes de metabólitos secundários, mesmo não explicitando a diferença entre os grupos funcionais. Podemos ilustrar com a resposta de um estudante: “*Que as substancias são diferentes e tem finalidade diferente no nosso organismo*” (sic). Consideramos parcialmente corretas aquelas respostas (28%) em que os estudantes mencionaram apenas que os componentes são diferentes, ou a variação do efeito farmacológico, como, por exemplo: “*Não, pois a saponina é anti-inflamatória e as antraquinonas são relaxantes estomacais*”. Apenas um estudante (4%) não respondeu corretamente, conforme indicado a seguir: “*Não pois en nosso organismo*” (sic). Acreditamos, devido à negativa, que o estudante entende que não terá o mesmo efeito, mas não soube explicar por que. Em geral, esses resultados sugerem que muitos dos estudantes souberam relacionar a diferença do efeito farmacológico à presença de certos grupos funcionais.

Mesmo os estudantes não tendo explicitado todos os grupos funcionais das classes de metabólitos secundários identificadas, eles reconheceram que esses grupos influenciam as propriedades das substâncias.

Por meio da análise dos resultados obtidos com a aplicação da oficina temática, podemos observar que o tema proposto é de grande relevância para os estudantes, possibilitando a valorização de suas vivências e saberes tradicionais. Os estudantes também puderam relacionar saberes populares com o conhecimento químico. Esse trabalho está em acordo com os resultados obtidos na literatura, sugerindo que o tema “plantas medicinais” pode ser usado como uma proposta metodológica eficaz, contextualizando diversos conteúdos de grande importância no processo de ensino e aprendizagem dos estudantes (Lopes *et al.*, 2011; Becher; Koga, 2012).

Considerações finais

As atividades desenvolvidas durante a oficina temática propiciaram a valorização de saberes tradicionais, o reconhecimento da importância da preservação da biodiversidade, a investigação dos grupos funcionais presentes em constituintes de plantas e suas relações com propriedades físicas e farmacológicas, e se constituíram em espaço para discussão. Percebemos, de modo geral, contribuições

para o entendimento dos estudantes, que reconheceram a importância de se ter alguns cuidados para a utilização das plantas, desenvolveram a ideia de que a identificação de uma espécie vegetal pela constituição química envolve diversos fatores, reconheceram que a polaridade de um solvente influencia na extração dos componentes de uma planta, identificaram os grupos funcionais na representação da estrutura química de substâncias, e reconheceram a influência dos grupamentos funcionais para a atividade farmacológica. Este trabalho abre perspectivas para que

outros professores utilizem nossa proposta em contextos semelhantes, melhorando a proposta com adequações ou acrescentando novas ideias.

Referências

AUGUSTIN, J. M.; KUZINA, V.; ANDERSEN, S. B.; BAK, S. Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. *Phytochemistry*, v.72, p. 435-457, 2011.

BARREIRO, E. J. Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 3, p. 4-9, 2001.

BECHER, L.K.; KOGA, V.T. *O uso de plantas como "Tema Gerador". Uma alternativa para auxiliar o aprendizado de ciências*. In: III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa/PR, de 26 a 28 de Setembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> Acesso em 5 de jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *PCN+: Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em 5 de jun. 2015

BRANDT, A. P.; OLIVEIRA, L. F. S.; FERNANDES, F. B.; ALBA, J. Avaliação *in vivo* do efeito hipocolesterolêmico e toxicológico preliminar do extrato bruto hidroalcoólico e decoção da *Vitex megapotamica* (Spreng) Moldenke (*V. montenvidensis* Cham.). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, n. 2a, p. 388-393, 2009.

BRUM, T. F.; ZADRA, M.; FROEDER, A. L. F.; BOLIGON, A. A.; FROHLICH, J. K.; ATHAYDE, M. L. Análise fitoquímica preliminar das folhas de *Vitex Megapotamica* (Sprengel) Moldenke. *Saúde (Santa Maria)*, v. 37, n. 2, p. 57-62, 2011.

CSEKE, L. J.; KIRAKOSYAN, A.; KAUFMAN, P. B.; WARBER, S. L.; DUKE, J. A.; BRIELMANN, H. L. *Natural Products from Plants*. 2. ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006.

DELIZOICOV, D.; PIERSON, A. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Cortez, 2007.

Cristina Oliveira de Barbosa Loyola (cristianaloyola@ufmg.br), graduanda em Química - Licenciatura, modalidade à distância, pela UFMG, leciona na Escola Estadual Coronel Mariano Murta. Araçuaí, MG – BR. **Fernando César Silva** (fcsquimico@yahoo.com.br), graduado em Química - Licenciatura pela Universidade de Itaúna, doutor em Química pela UFMG, é professor da Universidade do Estado de Minas Gerais. Divinópolis, MG – BR.

LOPES, I.S.; GUIDO, L.F.E.; CUNHA, A.M.O.; JACOBUCI, D.F.C. Oficina de Plantas Medicinais e do Cerrado como intercâmbio entre a pesquisa acadêmica e a prática docente no espaço escolar. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.4, n.1, p. 34-48, 2011.

MACEDO, C.C.; SILVA, L.F. Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 19, n. 1, p. 55-75, 2014.

MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da Ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Revista em Extensão*, v.7, p. 67-77, 2008.

MARCONDES, M.E.R. (Coord.) *Atividades Experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2009.

MEYRELLES, C.R.; CARDOSO, N.C.; SOARES, P.C.I.; CORRÊA, M.; GILLES, L. *Contextualização do Ensino de Química por meio da utilização de temas geradores*. In: Congresso Brasileiro de Química, 53º, realizado no Rio de Janeiro/RJ, de 14 a 18 de Outubro de 2013.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais. Centro de Referência Virtual do Professor. *Conteúdo Básico Comum: Química*. Belo Horizonte: SEE-MG, 2007. Disponível em: http://crv.educacao.mg.go.br/sistema_crv/index2.aspx?id_objeto=23967 Acesso em 5 de jun. 2015.

PAZINATO, M.S.; BRAIBANTE, M.E.F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

QUIRINO, G.S. Saber científico e etnoconhecimento: é bom pra quê? *Ciência e Educação*, v. 21, n. 2, p. 273-283, 2015.

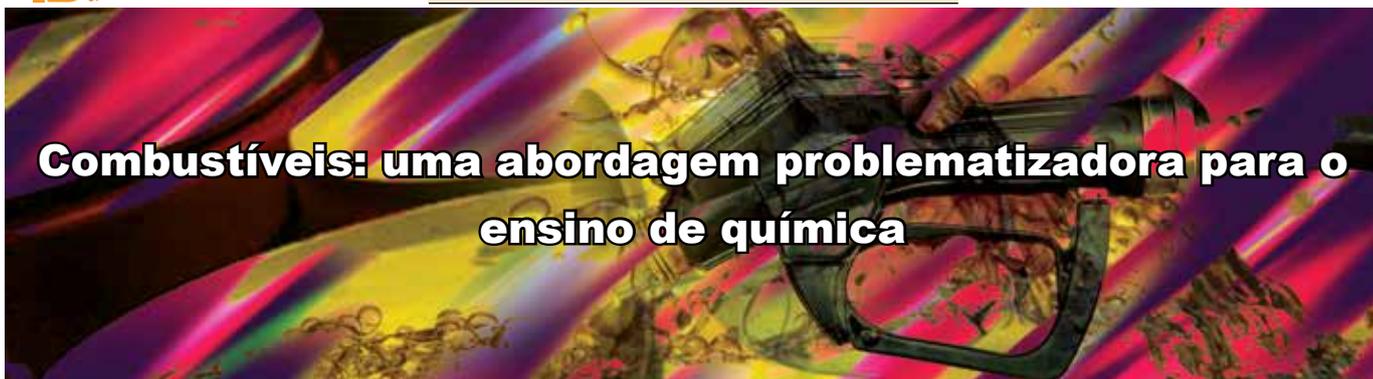
SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v.1, número especial: "Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente", Novembro, 2007.

SILVA, D.P. (Org); MARCONDES, M.E.R. (Coord). *Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores*. São Paulo: FDE, 2007.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

Abstract: *Medicinal Plants: a thematic workshop for the teaching of functional groups.* Thematic workshops in high school chemistry classes addressing medicinal plants to teach functional groups were conducted. Thematic workshops may enable the integration of students' context in the classroom, promoting their learning and developing decision-making critical insights. Data collection was conducted by means of questionnaires to collect students' previous ideas and to assess their learning. Results confirmed the importance of the proposed activities to enhance students' understanding of the subject. In addition, it was noted that several students, although not being able to discriminate the functional groups in secondary metabolites classes, understood that different groups could lead to different pharmacological activities. The proposed thematic workshop opened prospects to other teachers use it in similar contexts.

Keywords: thematic workshop, popular medicine, secondary metabolites.



Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química

Neide M. M. Kiouranis e Marcelo Pimentel da Silveira

Neste relato apresentamos algumas reflexões decorrentes do processo de desenvolvimento e aplicação de uma sequência de ensino, proposta no âmbito do projeto denominado Universidade sem Fronteiras, com o objetivo de possibilitar a abordagem contextualizada de conceitos da termoquímica e química orgânica. Com base em uma experiência vivenciada por licenciandos do Curso de Química, alunos e professores do Ensino Médio participantes do projeto, a questão problematizadora - *Qual o melhor combustível?* - foi introduzida como tema gerador e as demais ações foram desenvolvidas por meio de música e experimentos. Como resultados destaca-se que a proposta se mostrou eficiente ao promover: espaço de reflexão e desenvolvimento da percepção crítica dos participantes acerca do contexto; interações entre professor/aluno, bem como aluno/aluno; aproximações significativas com as dimensões do conhecimento científico e do conhecimento cotidiano.

► conhecimentos químicos, abordagem temática, sequência de ensino ◀

Recebido em 29/05/2015, aceito em 08/06/2016

68

A perspectiva da abordagem problematizadora é discutida neste trabalho por meio do tema *combustíveis*, com o propósito de proporcionar reflexões acerca dos diferentes momentos do processo de desenvolvimento de uma sequência didática. Esta está inserida no contexto de pesquisas que se voltam à formação inicial e continuada de professores como parte do trabalho realizado por estudantes e professores de um curso de Licenciatura em Química e professores do Ensino Médio que participavam do Programa Universidade Sem Fronteiras (USF) da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná, subprograma “Apoio às Licenciaturas”.

Com o objetivo de proporcionar a alunos da licenciatura o conhecimento do seu campo de atuação, por meio da vivência da realidade escolar pública, bem como contribuir no enfrentamento de problemas que afetam o ensino de Química, o Programa teve vigência no período de 2007 a 2010 e contou com a participação de cinco alunos bolsistas, matriculados nas 3ª e 4ª séries do curso de Licenciatura em Química, um

bolsista recém-formado com dedicação semanal de 40 horas, três docentes da Universidade e professores de Química de três escolas públicas.

Cabe destacar que, dentre as atividades desenvolvidas na vigência do projeto, uma delas era realizada nas reuniões pedagógicas dos professores de Química do Ensino Médio, envolvendo toda a equipe participante, com o objetivo de identificar os principais problemas relacionados ao ensino e aprendizagem em Química e as possíveis soluções para os mesmos.

Cabe destacar que, dentre as atividades desenvolvidas na vigência do projeto, uma delas era realizada nas reuniões pedagógicas dos professores de Química do Ensino Médio, envolvendo toda a equipe participante, com o objetivo de identificar os principais problemas relacionados ao ensino e aprendizagem em Química e as possíveis soluções para os mesmos.

A partir de 2010, com a implementação do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e encerramento da proposta de Química do Programa USF, parte das ações relacionadas a esse último, foi incorporada ao PIBID. Assim, a sequência didática em discussão, modificada, no ano de 2015 - por estudantes que compõem o grupo de bolsistas do curso de Química que fazem parte do PIBID -, foi transformada em oficina temática.

Face ao exposto e considerando os desdobramentos das ações e suas implicações nos diferentes contextos em que

se realizaram, julgamos importante analisar o processo de elaboração e aplicação da sequência de ensino, na perspectiva da abordagem contextualizada e problematizadora.

Pressupostos Teóricos

Desde a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 1999), a contextualização tem sido amplamente discutida entre educadores em ensino de Química com o intuito de promover uma aprendizagem de conhecimentos científicos que permitam formar cidadãos críticos capazes de tomar decisões e intervir na sociedade (Silva; Marcondes, 2010).

Silva e Marcondes (2010, p. 17) analisaram vários trabalhos e apontam quatro vertentes predominantes sobre a noção de contextualização: “como exemplificação de fatos e de caráter motivacional; como estudo científico de situações, fatos ou fenômenos; como estudo de questões sociais para o desenvolvimento de atitudes e valores; como estudo de questões sociais para a transformação do meio social”. A respeito dos pressupostos teóricos que subsidiam a contextualização como norteadora do processo de ensino e aprendizagem, Wartha et al. (2013) afirmam que a noção é híbrida e o seu entendimento está relacionado a diferentes perspectivas, destacando no trabalho, importantes discussões teóricas e resultados de pesquisas acerca das concepções que o termo contextualização assume nos múltiplos contextos em que se originaram.

Sobre explorar as dimensões do contexto científico em seus vários aspectos é possível identificar um conjunto de artigos que discutem propostas de ensino de Química centradas na contextualização, publicados desde o final da década de 1990 na revista *Química Nova na Escola*, mostrando a importância dessa concepção para o ensino da Química. Destacamos os trabalhos de Costa-Beber et al. (2015), Lima et al. (2000), Silva (2003) e Wartha e Faljoni-Alário (2005).

Entendemos a contextualização como uma possibilidade de problematizar o mundo dos alunos por meio do conhecimento científico, juntamente com saberes de

outras áreas, de forma a permitir uma compreensão mais ampla da realidade na qual eles estão inseridos. Ou seja, “[...] contextualizar seria problematizar, investigar e interpretar situações/fatos significativos para os alunos de forma que os conhecimentos químicos auxiliassem na compreensão e resolução dos problemas [...]” (Silva, 2003, p. 26).

Cabe ressaltar que a problematização não deve ser compreendida somente como a elaboração de perguntas a respeito de determinado assunto, mas a sistematização da reflexão entre educador, educando e a situação problema, de tal forma que seja possível compreendê-la e identificar os conhecimentos necessários para lidar com a situação.

De acordo com Ricardo (2003), o problema não ocorre simplesmente por não sabermos respostas, pois não saber algo é natural. O problema só se torna significativo, quando não sabemos respostas sobre algo que precisamos saber.

Solino e Gehlen (2015) afirmam que existem muitos trabalhos sobre os significados do problema no ensino de ciências e, apesar das diferentes correntes teóricas que sustentam as diversas noções, é consenso entre pesquisadores à relevância de inserir situações problemas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

O contexto visto por meio da perspectiva freireana implica trabalhar um conteúdo pedagógico a partir de problematização de situações significativas da vida cotidiana e da convivência dos estudantes, em seus aspectos sociais, econômicos, culturais e todas as contradições e ambiguidades que perfazem as relações existentes entre esses diferentes aspectos. Assim, “a contextualização envolve não só os aspectos sociais, mas também culturais e políticos de um determinado local e povo” (Solino; Gehlen, 2014, p. 153). É com base na percepção do problema imerso no contexto de vida dos sujeitos que o tema é concebido, construído coletivamente, segundo essa perspectiva.

No livro *Pedagogia do Oprimido*, Paulo Freire apresenta os pressupostos de uma educação problematizadora e o aprofundamento de noções sobre tema gerador, investigação temática, redução temática e educador-educando. Não é nossa pretensão definir o que é tema gerador, no entanto, é importante lembrar que o mesmo está relacionado à experiência de vida que o educando traz consigo e à leitura que faz da realidade que o cerca. Dessa forma, o tema é abstraído a partir das etapas pertinentes à investigação temática e envolvem educador, educando e outros membros de uma determinada comunidade.

Os trabalhos de Delizoicov (1983; 2001) podem ser apontados como uma das principais referências que têm contribuído na consolidação de propostas de ensino de Física e Ciências baseadas na problematização por meio de temas geradores. Delizoicov (1983) apresenta em cinco etapas, os princípios da educação problematizadora, da forma como siste-

matizada por Freire: a) levantamento prévio a respeito das situações significativas para toda a comunidade; b) escolha de situações de contradição para o preparo das codificações; c) diálogo “descodificador” com a comunidade, de onde emerge o tema gerador; d) análise do material produzido nos círculos de investigação temática, resultando na redução temática que irá proporcionar a elaboração de material didático; e) o espaço que constitui a “aula do professor” e o desdobramento da proposta, onde será possível desenvolver os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, 1983).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 200), os Três Momentos Pedagógicos se constituem em

O contexto visto por meio da perspectiva freireana implica trabalhar um conteúdo pedagógico a partir de problematização de situações significativas da vida cotidiana e da convivência dos estudantes, em seus aspectos sociais, econômicos, culturais e todas as contradições e ambiguidades que perfazem as relações existentes entre esses diferentes aspectos.

uma das “possibilidades de estabelecer uma dinâmica de atuação docente em sala de aula” que contemple a abordagem temática por meio da problematização de temas geradores como pressupostos da organização curricular. Solino e Gehlen (2014) afirmam que os momentos têm sido utilizados como estratégias didáticas que auxiliam o trabalho de codificação-problematização-descodificação.

A codificação é o momento onde se faz a mediação entre o concreto e o teórico por meio de diferentes canais de comunicação (fotos, textos, figuras, entre outros) que permitem apresentar o tema gerador “codificado”. O processo de descodificação é momento, segundo o qual o conteúdo programático é desenvolvido como forma de permitir aos sujeitos uma compreensão maior acerca do problema apresentado (Delizoicov, 1983).

Como estratégia didática, os Três Momentos Pedagógicos vêm sendo amplamente empregados em várias propostas de ensino desenvolvidas nos últimos anos, como por exemplo, Chaves e Pimentel (1999); Francisco Júnior et al. (2008); Muenchen e Delizoivoc (2014); Solino e Gehlen (2014). Também têm sido empregados em forma de oficinas temáticas, como o organizado por Marcondes (2007) que discute os pressupostos teóricos e os aspectos relevantes na elaboração de uma oficina pedagógica.

Os Três Momentos Pedagógicos são divididos em três etapas, respectivamente: *Primeiro momento ou problematização inicial* – consiste no momento em que o professor problematiza situações relacionadas ao tema em estudo e desafia os alunos a dizer o que pensam sobre o tema em discussão; *Segundo momento ou organização do conhecimento* – consiste no desenvolvimento de atividades que possam auxiliar os alunos na compreensão dos conhecimentos necessários à problematização apresentada; *Terceiro momento ou aplicação do conhecimento* – consiste na retomada das questões

iniciais e na produção de novos questionamentos, propiciando a ampliação do conhecimento inicial (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

Apesar de a escolha do tema combustível não ter sido feita por meio de um processo de investigação temática, consideramos que o mesmo apresenta características de um tema gerador, quando explorado no âmbito das contradições em torno dos aspectos econômicos, sociais, culturais e científicos que o envolvem.

A Proposta

No presente trabalho, apresentamos o processo que norteou a aplicação de uma sequência de ensino em turmas de 2.^a e 3.^a séries do Ensino Médio, das escolas atendidas pelo Programa USF. Assim, a partir da experiência vivenciada com sua aplicação, destacamos as discussões geradas e, em que aspectos, contribuíram para problematizar as situações de ensino. Para constituição dos dados foram utilizados diários de bordo dos bolsistas envolvidos no Programa USF e registros escritos pelos professores participantes, além de gravações e filmagens.

O Quadro 1 é uma síntese das atividades e assuntos trabalhados em cada um dos Três Momentos Pedagógicos que, posteriormente, serão discutidos com maior profundidade.

As atividades foram organizadas com o objetivo de permitir que os alunos do Ensino Médio se envolvessem em diferentes estratégias que incluam: questões problematizadoras sobre diferentes aspectos, trabalhos em grupos, produções individuais e em grupos, dentre outras. Nessa perspectiva foi necessário que os estudantes realizassem algumas etapas do fazer científico como questionar as ideias de senso comum e as científicas, levantar hipóteses, solucionar problemas, tendo como ponto de partida a problematização.

Apesar de a escolha do tema combustível não ter sido feita por meio de um processo de investigação temática, consideramos que o mesmo apresenta características de um tema gerador, quando explorado no âmbito das contradições em torno dos aspectos econômicos, sociais, culturais e científicos que o envolvem.

Quadro 1: Síntese da sequência de atividades desenvolvidas na proposta de ensino.

	Descrição	Número de aulas (50 minutos)
Problematização inicial	Discussão sobre a música “Movido a água”. Discussão sobre as questões: Quais as características que um bom combustível precisa possuir? Quais são as principais diferenças entre os combustíveis álcool e gasolina?	04
Organização do conhecimento	Atividade Experimental: Queima de etanol, gasolina e querosene. Problematização dos resultados experimentais. Abordagem de conceitos: transformação química, representação de uma transformação química, calor, calor de combustão, poder calorífico, cálculo estequiométrico, análise de uma transformação química por meio das estruturas moleculares.	06
Aplicação do conhecimento	Discussão das questões iniciais Resolução de questões do ENEM	04

A problematização inicial: qual o melhor combustível?

Com o objetivo de provocar o diálogo com os alunos a respeito de vários aspectos sobre os combustíveis, inicialmente foram apresentadas as questões: Qual é o melhor combustível? Que critérios caracterizam um bom combustível?

O debate ocorreu de forma coletiva, como tempestade de ideias, com todas as respostas anotadas no quadro. A maioria dos alunos respondeu de forma vaga, indicando o preço como o principal argumento. Outros, em menor número, abordaram aspectos acerca do desempenho, qualidade e o fato de não poluir o ambiente, como características de um bom combustível.

Dando continuidade à problematização inicial, com o objetivo de dimensionar os diferentes aspectos envolvidos na temática, foi trabalhada a música “Movido a Água”, de Itamar Assumpção, cuja letra se conecta com o contexto da temática, e se apresenta pertinente para descodificar o conteúdo. Os alunos foram desafiados a emitirem opiniões a respeito da mensagem da letra da música.

Movido a água

Existe o carro movido à gasolina
Existe o carro movido a óleo diesel
Existe o carro movido a álcool
Existe o carro movido à eletricidade
Existe o carro movido a gás de cozinha
Eu descobri o carro movido à água
Quase eu grito eureka Eurico
Aí saquei que a água ia ficar uma nota
E os açudes iam tudo Ceará
Os rios não desaguariam mais no mar
Nem o mar mais virar sertão
Nem o sertão mais vira mar
Banho nem de sol
Chamei o anjo e devolvi a descoberta para o infinito
Aleguei ser um invento inviável
Só realizável por obra e graça do santo espírito
Agora eu tô bolando um carro movido a bagulhos
Dejetos, restos, detritos, fezes, três vezes estrume
Um carro de luxo movido a lixo
Um carro para sempre movido a bosta de gente.
(Assumpção, 1986).

Após a leitura e execução da música, as questões que seguem foram discutidas em grupos de cinco alunos e, na sequência, debatidas coletivamente na sala de aula, subsidiando a construção do caminho teórico traçado na organização do conhecimento.

- Vocês acharam a música interessante?
- Que trecho mais chamou atenção? Por quê?

- Será que é possível um carro utilizar o lixo como combustível?
- É possível um carro movido a água?
- Quais as vantagens ou desvantagens na utilização do lixo como combustível em relação ao meio ambiente?
- Por que, de acordo com o autor, a água não seria um bom combustível?
- Existe algum combustível que pode acabar?
- Qual é a desvantagem em ter um combustível não renovável como principal fonte energética?

O debate ocorreu de forma coletiva, como tempestade de ideias, com todas as respostas anotadas no quadro. A maioria dos alunos respondeu de forma vaga, indicando o preço como o principal argumento. Outros, em menor número, abordaram aspectos acerca do desempenho, qualidade e o fato de não poluir o ambiente, como características de um bom combustível.

A utilização do lixo como combustível foi vista por boa parte dos alunos como surpresa e, embora interessante, consideraram-na impossível na prática. Este momento foi mediado e problematizado por meio de outros questionamentos, como: Por que seria impossível? O que acontece com o lixo no processo de decomposição? Que tipo de materiais e/ou substâncias é formado?

Na discussão sobre o trecho da música, “devolveria a descoberta da água como combustível para o infinito” surgiram questões de natureza política, como descritas: Por que ele tomou essa decisão? A utilização da água como combustível poderia afetar o uso da água potável como fonte de sobrevivência do Homem? Por que a água se tornaria mais cara? Não é um recurso renovável?

Finalizada a discussão a respeito da música, outras questões nortearam o trabalho nos grupos: Quais deveriam ser as características de um bom combustível? Quais as principais diferenças entre os combustíveis álcool e gasolina, utilizados com maior intensidade no Brasil? A síntese argumentativa deste momento foi apresentada em cartazes, com o intuito de proporcionar um espaço de maior envolvimento dos participantes nos grupos e de possibilidade de socialização entre os grupos. Nesse momento, o bolsista que coordenou a atividade assumiu o papel de mediador, se preocupando com as questões de desdobramentos, importantes na organização do conhecimento.

A maioria dos alunos indicou o melhor combustível como aquele oriundo de fonte renovável e com produção de menor quantidade de poluentes. Algumas respostas também levaram em consideração a quantidade de energia que o combustível produz. No entanto, os alunos demonstraram incertezas em relação às diferenças energéticas existentes entre o álcool e a gasolina, surgindo muitas polêmicas sobre o rendimento dos combustíveis. Para alguns, a gasolina renderia menos que o álcool, enquanto outros consideravam o contrário, gerando discussões entre os grupos.

Quanto à poluição, alguns argumentaram que a gasolina seria o maior poluidor, em razão do aumento do efeito estufa e destruição da camada de ozônio; e assim o álcool seria um combustível menos ofensivo à natureza. As respostas dos alunos indicaram concepções alternativas sobre o significado

de poluição. Ao serem indagados sobre o que seria poluição, alguns responderam com argumentos inconsistentes.

Em face do exposto, por meio da problematização inicial das questões e da letra da música, foi possível discutir com os alunos aspectos científicos, sociais, culturais e políticos em torno do uso e da escolha de um combustível. Para a abordagem do tema, na perspectiva freireana, “o professor deve apreender os conhecimentos do senso comum dos alunos envolvidos no momento da problematização [...] É na problematização que se começa a elaboração do novo conhecimento para se alcançar a consciência máxima possível” (Solino; Gehlen, 2014, p. 151).

Organização do Conhecimento

Adaptamos do livro *Interações e Transformações I* (Gepeq, 2005, p. 215) atividades que enfocam o estudo das propriedades necessárias para um bom combustível e o uso de massa de modelar para compreender a relação existente entre a composição e disposição dos átomos em uma molécula com o seu poder energético. Também desenvolvemos uma atividade experimental sobre a queima de combustível elaborada pelo Laboratório Aberto do GEPEQ.

A organização do conhecimento teve início com a atividade experimental, envolvendo a queima de três combustíveis: querosene, gasolina e álcool. Foram utilizadas latas de alumínio; um suporte universal; um termômetro para verificar a mudança de temperatura da água; três lamparinas contendo cada um dos combustíveis; provetas para medir a quantidade de água colocada na lata de alumínio e uma balança para medir a variação de massa do sistema (lamparina + combustível), conforme ilustrado na Figura 1.

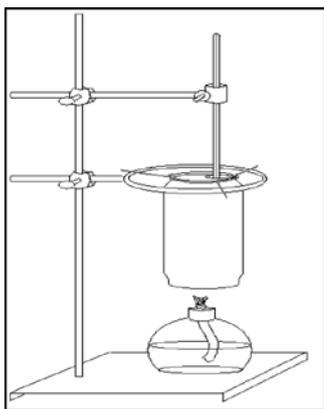


Figura 1: sistema do experimento da queima de combustíveis.

Para a realização da atividade, foram formados seis grupos de cinco alunos, sendo que cada dois grupos diferentes utilizaram: álcool, querosene e a gasolina como combustível.

No início do experimento, foram colocados 150 mL de água na lata e depois medida a massa do conjunto (lamparina + combustível). Em seguida, aqueceu-se a água até atingir a temperatura de 80° C e, ao final, pesou-se novamente o sistema (lamparina + combustível). Quando o trabalho em grupo não era possível de ser realizado por problema de

espaço físico, o experimento era demonstrado pelos bolsistas.

Os debates a respeito dos experimentos privilegiaram questionamentos relacionados: aos conceitos científicos e reflexões sobre os diferentes resultados obtidos entre os grupos; à possibilidade de calcular o calor fornecido pela queima dos combustíveis e ao entendimento sobre o funcionamento de um calorímetro. A problematização dos resultados experimentais foi subsidiada por questionamentos propostos para os grupos, tais como:

- De onde vem o calor que está sendo fornecido ao sistema?
- Por que foi utilizada a mesma quantidade de água nos três sistemas?
- Por que temos diferentes gastos de combustíveis se a massa de água utilizada e a variação de temperatura para as diferentes amostras foram as mesmas?
- É possível identificar qual o combustível apresenta maior poder calorífico? Como?

Cabe destacar, que além dos conceitos químicos, também foi possível desenvolver algumas habilidades cognitivas relevantes para o desenvolvimento da atitude científica, tais como: a elaboração de hipóteses, a organização de dados e a capacidade de analisar diferentes variáveis.

Questões ambientais também foram discutidas, uma vez que o aspecto visual final das latinhas utilizadas na queima de gasolina e querosene apresenta quantidade significativa de fuligem, comparado com a latinha utilizada na queima do álcool. Tal constatação permitiu que se questionassem os alunos a respeito da “sujeira” preta, denominada, pela maioria dos alunos, de poluição.

As características das chamas e a quantidade de fuligem formada foram problematizadas com o objetivo de os alunos compreenderem os aspectos teóricos sobre as reações de combustão completa e incompleta por meio da análise da equação química representativa das respectivas reações, permitindo o entendimento a respeito da quantidade de poluentes gerados.

Os resultados experimentais dependeram diretamente do cuidado dos alunos com as medidas do volume de água, da temperatura e da massa do sistema combustível e lamparina. Durante a aplicação do experimento, os bolsistas observavam os erros procedimentais, tais como: medir erroneamente o volume, medir a massa inicial com a tampa da lamparina e a final sem a tampa. Tais valores se tornaram objetos de reflexão e discussão acerca das diferenças obtidas nos grupos, transformando o “erro” em aspecto importante do processo pedagógico de ensino e aprendizagem. As discussões ocorridas nesses momentos foram fundamentais para os alunos compreenderem que pequenas diferenças no procedimento dos grupos, como a quantidade de água colocada para aquecer e a distância entre a chama e a lata com água, influenciam significativamente nos resultados.

Com o término da discussão sobre as diferenças entre os valores obtidos nos grupos, iniciou-se outra, a partir de questionamentos sobre o experimento. Propusemos um debate a respeito de qual dos combustíveis (querosene, gasolina, álcool) apresentava maior rendimento. Para compreender que a quantidade de calor fornecida para a água foi a mesma

em todos os experimentos, calculou-se o poder calorífico de cada combustível por meio da equação $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$.

As discussões permitiram aos alunos compreender que a quantidade de calor fornecida foi a mesma porque a massa (m), a capacidade calorífica (c) e a diferença de temperatura (ΔT) da água foram iguais para todos os combustíveis. Mas, por que o experimento demonstra que foram utilizadas quantidades diferentes de combustíveis?

Com o objetivo de fornecer subsídios para responder essa pergunta, foram realizadas atividades com massa de modelar para representar as estruturas das moléculas de metano, etano, propano, octano e etanol, calculando-se os seus respectivos calores de combustão, por meio dos valores teóricos de energia média de ligação (Gepeq, 2005, p. 233). Tal atividade possibilitou discutir com os alunos que o poder calorífico está relacionado ao tamanho das cadeias e ao tipo de átomo presente na ligação química.

Somente a análise dos resultados experimentais poderia levar os alunos a conclusões precipitadas sobre o álcool como o melhor combustível, uma vez que esse demonstrou poluir menos quando comparado aos outros combustíveis. Por isso, novos desdobramentos foram necessários por meio de questões sobre o processo de produção de cada combustível, assim como questões econômicas e culturais sobre o plantio da cana de açúcar, relacionadas à produção do álcool e a questão da monocultura e grandes latifúndios, destacando inclusive a poluição causada pelas queimadas da cana, ao final da colheita. Questões como a monocultura como a única opção para o plantio da cana e também a exploração do trabalho escravo de boias frias, como problema de ordem social. Dessa forma, propusemos ampliar a reflexão em outras dimensões: políticas, sociais e ambientais.

Discussões nessas abordagens foram realizadas nas turmas de 2º e 3º anos. Em relação aos conhecimentos químicos, na 2ª série procurou-se enfatizar os conceitos de termoquímica inerentes à compreensão da produção de calor por meio do combustível. Na 3ª série, além da abordagem termoquímica, também foi dado ênfase na compreensão das propriedades químicas dos compostos orgânicos e na produção de energia vista por meio do rompimento e formação de ligações químicas.

Aplicação do Conhecimento

A questão inicial sobre as características de um bom combustível foi retomada e permitiu evidenciar que os alunos se apropriaram dos conhecimentos científicos necessários para importantes mudanças em relação aos argumentos relacionados à problematização, que foram além do preço ou rendimento do combustível. Nesse sentido, aspectos econômicos, sociais, ambientais e questões sobre o consumo excessivo de combustíveis passaram a fazer parte da compreensão dos alunos.

Não bastava, nesse momento, utilizar e aplicar os conceitos científicos discutidos e aprofundados nos momentos anteriores, mais do que isso, o que se esperava é que os alunos pudessem apreender a conceituação científica e

fossem capazes de articular tais conhecimentos em diferentes situações da vida cotidiana.

O envolvimento dos alunos durante a sequência de ensino e o posicionamento crítico que adquiriram ao final das discussões acerca dos fatores que consideravam mais relevantes para escolher o melhor combustível são indicativos das possibilidades de aplicação dos conhecimentos na perspectiva discutida por Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2011). Estas considerações podem ser estendidas também aos professores do Ensino Médio, quando afirmaram que propostas de ensino centradas na problematização de tema gerador são passíveis de serem incorporadas nas aulas de Química.

Considerações Finais

Com base nos pressupostos teóricos e metodológicos que fundamentam a problematização, sobre as atividades desenvolvidas por meio da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos, destacamos algumas considerações.

Para os estudantes, futuros professores, vivenciar essa experiência, num processo de construção e reconstrução de ações e práticas, que implicou no planejamento e na realização de aulas baseadas na contextualização e problematização, se configurou em experiência que tornou mais clara a visão de como lidar com os conhecimentos científicos e os desdobramentos na realidade física e social. Por conseguinte, permitiu a significação de conhecimentos sobre a prática docente e os modos de intervenção e interações com os alunos do Ensino Médio, por meio de abordagens dialógicas.

Os resultados obtidos com os alunos do Ensino Médio mostraram que os Três Momentos Pedagógicos possibilitam uma maior participação, envolvimento e interesse em relação às questões sociais, econômicas e ambientais dos alunos nas aulas, uma vez que priorizam a problematização de situações do cotidiano e enfatizam a construção de conceitos por meio do diálogo.

O projeto, desde o seu início, tem proporcionado o fortalecimento da parceria entre universidade e escola do Ensino Médio e possibilitado a reflexão coletiva, entre docentes de ambos os níveis de ensino e licenciandos, a respeito do desenvolvimento e avaliação de abordagens de ensino de Química. Atualmente, dois dos professores de Química no nível médio que participaram do UFS, atuam no PIBID e têm sido referências no acompanhamento dos licenciandos, tanto no projeto como nos estágios supervisionados, uma vez que os futuros professores de Química podem vivenciar experiências que corroboram as discussões teóricas e práticas abordadas no âmbito da universidade.

Neide Maria Michellan Kiouranis (nmmkiouranis@gmail.com), licenciada em Ciências e Química pela Universidade Estadual de Maringá, doutora em Educação para a Ciência pela UNESP Campus de Bauru, atualmente é professora adjunta da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá, PR – BR. **Marcelo Pimentel da Silveira** (martzelops@gmail.com), bacharel em Química pela UNESP Araraquara, licenciado em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz, mestre e doutor em Ensino de Ciências pela USP, atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Maringá, PR – BR.

Referências

- ASSUMPÇÃO, I. Movido à água. In: ASSUMPÇÃO, I. *Sampa Midnight*: Isso não vai ficar assim. São Paulo: Independente, 1986. 1 CD. Faixa 4.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEF, 1999.
- CHAVES, M. H. O.; PIMENTEL, N. H. Uma proposta metodológica para o ensino de ácidos e bases numa abordagem problematizadora. In: *I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação EM Ciências – ENPEC*. Águas de Lindóia, SP, 1999.
- COSTA-BEBER, L.B.; RITTER, J.; MALDANER, O.A. O mundo da vida e o mundo da escola: aproximações com o princípio da contextualização na organização curricular da educação básica, *Química Nova na Escola*, v. 37, Nº Especial 1, p. 11-18, Julho 2015.
- DELIZOICOV, D. Ensino de física e a concepção freireana da educação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 85 – 98, 1983.
- _____. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 125 – 150.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERAMBUCO, M.M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.
- FRANCISCO JÚNIOR, W.E.; FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 34 – 41, 2008.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 13ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- GEPEQ/IQ-USP. *Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas*. 9ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.
- LIMA, J. de F.L. de; PINA, M. do S.L.; BARBOSA, R.M.N.; JÓFILI, Z.M.S. A contextualização no ensino de cinética química, *Química Nova na Escola*, nº 11, p. 26 – 29, Maio, 2000.
- MARCONDES, M.E.R. (Coord.). *Oficinas temáticas no ensino público visando a formação continuada de professores*. São Paulo: Secretaria da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas; FDE, 2007.
- MARCONDES, M.E.R.; SILVA, E.L. da. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos, *Ensaio*, Belo Horizonte, v.12, n.01, p.101-118, 2010.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617- 638, 2014.
- RICARDO, E.C. Problematização e a contextualização no ensino das ciências: acerca das ideias de Paulo Freire e Gérard Fouréz. *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.
- SILVA, R.M.G. Contextualizando aprendizagens em química na formação escolar. *Química Nova na Escola*, n.18, p. 26 – 30, 2003.
- SOLINO, A.P.; GEHLEN, S.T. A Conceituação científica nas relações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.7, n.1, p. 75 – 101, 2014.
- _____. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação, *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.
- WARTHA, E.J.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático, *Química Nova na Escola*, nº 22, p. 42 – 47, novembro, 2005.
- WARTHA, E.J.; SILVA, E.L. da; BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84 – 91, 2013.

Abstract: *Fuels: a problematizing approach to the teaching of chemistry.* In this report we present a few reflections resulting from the process of the development and application of a teaching sequence, proposed in the scope of the project named Universidade sem Fronteiras, with the objective of enabling the contextualized approach of concepts of thermochemistry and organic chemistry. Based on an experience of undergraduates of a chemistry course and high school teachers, project participants, the problematizing question – What is the best fuel? – was introduced as a theme generator and other actions were developed by means of music and experiments. The results showed that the proposal was efficient in the promotion of: space for reflection and development of the critical perception of the participants with regard to context; interactions between teacher/student, as well as student/student and significant approximations with the dimensions of scientific knowledge and daily life.

Keywords: chemical knowledge, thematic approach, teaching sequence.



Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores

Ivan R. M. Severo e Ana Cláudia Kasseboehmer

Este trabalho buscou discutir a relação entre o perfil motivacional dos alunos e a percepção de seus professores de Química sobre a motivação dos alunos. A pesquisa foi realizada em três escolas públicas, com aplicação de questionário de escala *Likert* e entrevistas semiestruturadas com os alunos e com os professores de Química. Constatou-se divergência entre os resultados obtidos e o que os professores relataram sobre a motivação dos estudantes. A maioria dos alunos apresentou o nível de motivação da regulação integrada, mas os professores os descreveram como desmotivados. Apesar de apresentarem um discurso de promotores de autonomia, os professores ainda utilizam o sistema de recompensas, o que incentiva a motivação extrínseca dos alunos. Esses dados ressaltam a necessidade da ampliação dos estudos sobre motivação para melhor se compreender como aumentar o interesse dos alunos pelos estudos.

► motivação, teoria da autodeterminação, percepção dos professores ◀

75

Recebido em 08/09/2015, aceito em 24/03/2016

A escola representa para a sociedade ocidental uma fonte socializadora de grande impacto na vida das pessoas. Para alcançar seus objetivos é necessário, no entanto, que se promova entre os estudantes interesse genuíno e entusiasmo pela aprendizagem (Pajares e Schunk, 2001). A motivação dos alunos para aprender e adquirir os conhecimentos que a escola tem a oferecer – em particular, os conteúdos apresentados nas aulas de Química – é importante para sua formação intelectual como cidadão e também profissional.

Nesse sentido, a motivação torna-se um aspecto importante do processo de aprendizagem em sala de aula, pois a intensidade e a qualidade do envolvimento exigido para aprender dependem dela. Os estudantes desmotivados para as tarefas escolares apresentam desempenho abaixo de suas reais potencialidades, distraem-se facilmente, não participam

das aulas, estudam pouco ou nada e se distanciam do processo de aprendizagem. Assim, aprendem pouco e podem evadir da escola, limitando suas oportunidades futuras (Bzuneck, 2004). Ao contrário, um estudante motivado

mostra-se envolvido de forma ativa no processo de aprendizagem, com esforço, persistência e até entusiasmo na realização das tarefas, desenvolvendo habilidades e superando desafios (Guimarães e Boruchovitch, 2004).

A Teoria da Autodeterminação, uma das referências utilizadas para se compreender, dentre

outros aspectos, por que um aluno estuda, permite caracterizar o perfil motivacional de um determinado grupo de alunos. A mesma teoria também estabelece que os professores apresentam diferentes estilos motivacionais, e que seus comportamentos podem influenciar o interesse dos alunos.

O objetivo deste artigo foi levantar e discutir a percepção que professores de ensino médio têm sobre a motivação de seus alunos, comparando-a com o perfil motivacional apresentado pelos alunos para a disciplina de Química.

O objetivo deste artigo foi levantar e discutir a percepção que professores de ensino médio têm sobre a motivação de seus alunos, comparando-a com o perfil motivacional apresentado pelos alunos para a disciplina de Química.

A seção "Ensino de Química em Foco" inclui investigações sobre problemas no ensino de Química, com explicitação dos fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos e discussão dos resultados.

Teoria da Autodeterminação

A Teoria da Autodeterminação, desenvolvida por Edward L. Deci, Richard M. Ryan e colaboradores (Ryan e Deci, 2000; Deci e Ryan, 2011), tem revolucionado os estudos sobre motivação. Essa teoria considera o ser humano como um organismo ativo, no qual ações denominadas autodeterminadas são reconhecidas como essencialmente voluntárias, enquanto as atitudes controladas ocorrem por pressões externas interpessoais ou intrapsíquicas.

Para Bzuneck e Guimarães (2010), na Teoria da Autodeterminação, o comportamento é considerado intencional, o que significa que o sujeito atua com vistas a alcançar um objetivo, podendo ser diferenciado em comportamento autônomo ou controlado. Ainda de acordo com essa teoria, o desenvolvimento da motivação autônoma ocorre pela internalização das regulações do comportamento, o que é função tanto de aspectos individuais quanto do contexto social.

Ryan e Deci (2000) inicialmente diferenciavam as orientações motivacionais em intrínsecas e extrínsecas. Nas primeiras, consideradas autônomas, o envolvimento do estudante é espontâneo e ocorre pelo prazer inerente à participação. As orientações extrínsecas apresentam regulação externa e são fomentadas por recompensas, punições ou reconhecimento social.

Essa teoria evoluiu, levando os autores a criarem quatro subcategorias de motivação extrínseca - externa, introjeção, identificação e integração. Com explicam Boruchovitch, Bzuneck e Guimarães (2010), na regulação externa os educandos somente se manifestam mediante controles externos, sejam positivos, como recompensas, ou negativos, com punições. Na regulação introjetada, os alunos executam as tarefas por pressões internas, como a culpa. A regulação identificada baseia-se na consideração da importância pessoal que o aluno atribui à atividade para alcançar um objetivo, ou seja, ele pode estudar Química para ajudá-lo a passar no vestibular. Finalmente, na regulação integrada, o aluno cumpre a atividade por considerar que seja importante de ser feita. As duas últimas se configuram como formas autodeterminadas de motivação extrínseca.

Apesar dos avanços na compreensão da motivação humana, falta compreender, em profundidade, *como e por que* o interesse afeta a aprendizagem. Há a necessidade de pesquisas sobre como se desenvolve o interesse das pessoas, como pessoas se tornam interessadas em uma atividade específica em detrimento de outra, o papel que fatores contextuais exercem no desenvolvimento do interesse, e como esses princípios podem ser aplicados para desenvolver o interesse e a motivação intrínseca ou formas autodeterminadas de motivação extrínseca dos estudantes.

Apesar dos avanços na compreensão da motivação humana, falta compreender, em profundidade, como e por que o interesse afeta a aprendizagem. Há a necessidade de pesquisas sobre como se desenvolve o interesse das pessoas, como pessoas se tornam interessadas em uma atividade específica em detrimento de outra, o papel que fatores contextuais exercem no desenvolvimento do interesse, e como esses princípios podem ser aplicados para desenvolver o interesse e a motivação intrínseca ou formas autodeterminadas de motivação extrínseca dos estudantes.

Ainda para a Teoria da Autodeterminação, o ser humano possui algumas necessidades psicológicas básicas e inatas que, quando satisfeitas, proporcionam bem-estar e um relacionamento saudável com o ambiente. Compreender essas necessidades psicológicas facilita a motivação, o desenvolvimento dos estudantes e o desempenho deles na escola (Guimarães e Boruchovitch, 2004). As necessidades são três: de autonomia, de competência e de pertencer ou de estabelecer vínculos. A escola precisa satisfazer essas três necessidades para que ocorram a motivação intrínseca e as formas autodeterminadas de motivação extrínseca.

A ideia de autonomia remete a situações em que o estudante acredita fazer uma atividade porque quer, e não por estar sendo obrigado. O sentimento oposto, quando o indivíduo é excessivamente guiado, promove sentimentos de fraqueza e ineficácia. A necessidade de competência diz respeito a aprender com a participação em uma tarefa desafiadora. Eventos sócio-contextuais, como *feedbacks* positivos, que conscientizam o estudante sobre seu bom desempenho em uma tarefa, aumentam a motivação intrínseca. A terceira necessidade é menos central e funciona como um sentimento de segurança, estando mais relacionada com o convívio em um grupo social.

Percepção dos professores

Quando se faz um levantamento acerca da percepção dos professores sobre seus alunos, algumas concepções contraditórias podem emergir. O professor pode associar o estudante motivado com a figura do “bom aluno” quando apresenta, dentre outras características, ser disciplinado, sem dificuldades de aprendizagem e responsável no cumprimento de suas obrigações escolares (Oliveira e Alves, 2005). Essa visão revela uma óptica da educação tecnicista, na qual a escola assume o papel de preparar

o aluno para se inserir no mundo capitalista, ensinando a cumprir horários e ser obediente (Azevedo *et al.*, 2013). Os professores que compartilham de uma visão construtivista de ensino, por outro lado, caracterizarão o aluno motivado como alguém questionador e crítico.

Na perspectiva da Teoria da Autodeterminação, sabe-se que a motivação intrínseca não depende essencialmente dos fatores externos. No entanto, a ação do professor aparece como a principal fonte, dentre as interferências externas, para o desenvolvimento da motivação intrínseca ou das formas autodeterminadas de motivação extrínseca (Guimarães e Boruchovitch, 2004). Um professor que se apresenta motivado e entusiasmado em sua atuação no ensino tende mais facilmente a influenciar seus alunos para um processo de aprendizagem eficaz, motivando-os. Em contrapartida, professores desanimados, descomprometidos ou apáticos terão

provavelmente alunos igualmente desmotivados (Brophy, 1998; Patrick, Hisley e Kempler, 2000).

Pesquisas têm revelado que as crenças de auto-eficácia têm influência direta na motivação dos professores e contribuem significativamente para seu bem-estar pessoal no trabalho (Azzi, Polydoro e Bzuneck, 2006; Bzuneck, 2000; Pajares, 1997). Entre outros resultados, descobriu-se que os professores que desenvolveram sólidas crenças de auto-eficácia revelam, em sua atuação docente, atitudes e comportamentos que podem ser adaptados de acordo com circunstâncias mais adversas e em situações de mudanças curriculares.

Em suma, ao se considerar as crenças de eficácia dos professores como uma variável crítica, elas seriam fator necessário, mas não suficiente, para alimentar e manter a motivação dos alunos. Entre outras exigências, o professor deve esmerar-se por mostrar a sua classe o valor e relevância pessoal dos conteúdos de aprendizagem e primar por relacionamentos pessoais positivos, de acolhimento e de atenção.

O estilo motivacional apresentado por um professor pode variar em um *continuum* de altamente controlador até altamente promotor de autonomia. Os educadores que apresentam o estilo controlador são aqueles que tendem a manter sob seu domínio desde o comportamento até os sentimentos dos alunos, utilizando-se de estratégias externas, como vistos e notas, para manter um padrão específico de “disciplina” em sala de aula (Guimarães e Boruchovitch, 2004).

O estilo promotor de autonomia é aquele no qual os professores nutrem as necessidades psicológicas básicas de autonomia, de competência e de vínculo dos alunos. Apoiar a autonomia dos alunos significa, nessa perspectiva, incentivá-los a fazer escolhas, a participar das tomadas de decisão sobre sua educação e levá-los a se identificar com as metas de aprendizagem estabelecidas em sala de aula.

São poucos os trabalhos na literatura que procuram estabelecer uma relação entre a percepção dos professores sobre seus alunos e a motivação dos mesmos. Goya, Bzuneck e Guimarães (2008) estudaram a crença de auto-eficácia e sua relação com a motivação de adolescentes para aprender Física. Os autores verificaram que a motivação dos professores pelo ensino de Física estaria bem nutrida. Na segunda parte do trabalho, buscou-se associar em que medida as crenças de eficácia dos professores influenciavam o seu próprio comportamento e o de seus alunos no aspecto motivacional e no uso de estratégias de estudo. Os resultados mostraram que professores motivados, porque acreditam em suas capacidades, têm alunos motivados; por seu turno, alunos motivados e que, por isso, são aplicados, alimentam a motivação e as crenças de eficácia de seus professores.

Entretanto, a correlação encontrada é apenas moderada, o que ainda precisa ser explicado.

Black e Deci (2000) investigaram estudantes universitários participantes de um *workshop* de Química Orgânica para analisar se aqueles que se inscreveram no curso por motivos autônomos e convivessem com professores com estilo motivacional promotor de autonomia apresentariam maior sentimento de competência, mais interesse pelo curso e se tenderiam a se manter no curso até a conclusão do mesmo. Os pesquisadores verificaram que os estudantes que perceberam um estilo promotor de autonomia por parte de seus professores demonstraram também maior percepção de competência, interesse, prazer, uma diminuição significativa na ansiedade durante o semestre e, finalmente, maior desempenho no curso.

Metodologia da pesquisa

Este artigo é parte de um trabalho de Mestrado (Severo, 2015) e foi realizado em três escolas públicas da cidade de São Carlos, Estado de São Paulo. A pesquisa foi realizada com as três séries do Ensino Médio de cada escola e seus respectivos professores de Química.

Este é um estudo do tipo descritivo, com delineamento de levantamento e tratamento qualitativos. A pesquisa qualitativa é utilizada quando o interesse do estudo é compreender determinado fenômeno inserido em sua complexidade (Lüdke e André, 2013). Isso porque uma característica peculiar dos objetos de estudo nas pesquisas em educação é o fato de existirem variáveis de diferentes naturezas atuando sobre o fenômeno em questão.

Busca-se, também, determinar quais significados as pessoas constroem sobre determinado assunto. É importante conhecer qual a interpretação e quais os reflexos produzidos pelos sujeitos a respeito do fenômeno em questão (Bogdan e Biklen, 1982).

Nas pesquisas que utilizam o método qualitativo, o mais importante não são os dados que aparecem mais frequentemente: todas as informações retiradas do estudo mostram rico potencial de fornecimento de dados (Bogdan e Biklen, 1982). Por isso mesmo, uma estratégia pertinente de coleta de dados é considerar a totalidade dos sujeitos envolvidos em uma tomada quantitativa de dados, e a seleção de algumas dessas pessoas para aprofundar os estudos com estratégias qualitativas.

Instrumentos de coleta de dados

Para a aplicação dos instrumentos de coleta de dados, inicialmente, foi solicitada a autorização dos diretores, dos professores de Química e dos alunos das três escolas. Ainda, a participação de todos os sujeitos deste estudo foi voluntária.

Em suma, ao se considerar as crenças de eficácia dos professores como uma variável crítica, elas seriam fator necessário, mas não suficiente, para alimentar e manter a motivação dos alunos. Entre outras exigências, o professor deve esmerar-se por mostrar a sua classe o valor e relevância pessoal dos conteúdos de aprendizagem, e primar por relacionamentos pessoais positivos, de acolhimento e de atenção.

Os nomes dos participantes da pesquisa foram ocultados para o não comprometimento dos mesmos.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram um questionário de escala *Likert*, aplicado a todos os alunos das três séries do ensino médio das três escolas, e entrevistas semiestruturadas com os professores de Química desses alunos e também com uma amostra de alunos que responderam o questionário.

Questionário

Para a caracterização do perfil motivacional dos alunos nas aulas de Química, foi elaborado um questionário de escala *Likert* de cinco pontos. Nesse tipo de escala, o respondente deve assinalar o seu nível de concordância para determinada afirmação proposta. Como o questionário proposto é de cinco pontos, há cinco níveis de concordância (Likert, 1932).

As afirmações para o questionário foram elaboradas com base na Teoria da Autodeterminação, abordando os seis níveis de motivação: Amotivação, Regulação Externa, Regulação Introjetada, Regulação Identificada, Regulação Integrada e Motivação Intrínseca. Para cada nível foram elaboradas três afirmações, perfazendo um total, portanto, de 18. As afirmações foram distribuídas em ordem aleatória em relação ao *continuum* da autodeterminação (Severo, 2015).

Entrevistas semiestruturadas

Para o levantamento da percepção dos professores em relação à motivação de seus alunos foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturada, abordando, entre outros assuntos, o relacionamento com os alunos (estilo motivacional) e também como eles caracterizam a motivação dos seus alunos.

Foi realizada também uma entrevista semiestruturada com alguns alunos para complementar o estudo do perfil motivacional, e também para verificar como eles caracterizam o estilo motivacional dos professores.

É importante ressaltar que os professores entrevistados eram os professores de Química dos alunos que responderam ao questionário e a entrevista semiestruturada.

Procedimentos de coleta de dados

O questionário de escala *Likert* construído foi aplicado aos alunos das três escolas. Na Escola “A”, participaram 376 alunos, sendo 141 das turmas de primeiro ano, 76 do segundo ano e 159 do terceiro ano. Na Escola “B”, o questionário foi aplicado para um total de 104 alunos, sendo 64 das turmas de primeiro ano, 24 da turma de segundo ano e 16 para a turma de terceiro. Na Escola “C”, participaram 142 alunos, sendo 31 da turma de primeiro ano, 23 do segundo ano e 88 das turmas de terceiro ano. A aplicação dos questionários foi realizada durante as aulas de Química, tendo a permissão dos professores responsáveis. O tempo de aplicação em cada turma foi de aproximadamente 25 minutos.

Realizou-se a entrevista semiestruturada com três professores de Química, sendo um professor responsável pelas aulas de Química de cada escola, das turmas nas quais foi aplicado o questionário aos alunos. As entrevistas semiestruturadas com os professores foram realizadas em horários alternativos às suas aulas: para dois professores, foram no horário da Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC), e para o outro foi no término de suas aulas, no mesmo dia da aplicação do questionário. A duração das entrevistas foi em torno de 20 minutos, dependendo da dinâmica da conversa. As entrevistas foram gravadas para posterior transcrição e análise.

Para a entrevista semiestruturada com os alunos, os sujeitos foram escolhidos mediante a análise do questionário, sendo selecionados seis alunos de cada escola: três que apresentaram perfil motivacional intrínseco ou autodeterminado, e três com perfil motivacional de amotivação ou das regulações menos autodeterminadas. Os alunos responderam ao seguinte questionamento: “*Você se considera um aluno interessado nas aulas de Química?*”. As entrevistas foram realizadas individualmente no horário das aulas, com a permissão do professor de Química, e a duração de cada uma delas foi de cerca de 10 minutos.

Análise do questionário

Os questionários aplicados aos alunos foram analisados utilizando o cálculo do *Ranking Médio* para cada escola, dividido em primeiro, segundo e terceiros anos. O *Ranking Médio* foi proposto por Oliveira (2005) para analisar os itens da escala *Likert*. Nesse método, atribuiu-se um valor de 1 a 5 para cada nível de concordância proposto no questionário. Com esses valores, é calculada a média ponderada para cada afirmação, considerando a frequência de todas as respostas. Então o *Ranking Médio* é calculado, dividindo-se a média ponderada pelo número de alunos que responderam ao questionário. Esse cálculo foi feito para cada turma - primeiro, segundo e terceiro ano - de cada escola.

O *Ranking Médio* foi calculado para cada afirmação, e como cada nível de motivação contém três afirmações, foi calculada a média aritmética, obtendo-se os valores finais para cada um dos seis níveis de motivação que os alunos podem apresentar de acordo com a Teoria da Autodeterminação.

Análise das entrevistas semiestruturadas

Para análise das entrevistas semiestruturadas, foi realizada a categorização simples através de recortes de trechos de acordo com o aspecto a ser discutido (por exemplo, o estilo motivacional) e, então, foram selecionados trechos tanto das entrevistas dos professores quanto dos alunos, para a discussão dos diferentes tópicos.

Realizou-se a entrevista semiestruturada com três professores de Química, sendo um professor responsável pelas aulas de Química de cada escola, das turmas nas quais foi aplicado o questionário aos alunos.

Resultados e discussão

Perfil motivacional dos alunos

A média geral de pontuação de cada nível de motivação dos alunos, para cada escola, consta da Tabela 1.

Observa-se, para as Escolas “A”, “B” e “C”, que o maior valor obtido foi para a Regulação Integrada. Isso mostra que a maior parte dos alunos que responderam ao questionário apresenta interesse pela aquisição dos conhecimentos trabalhados nas aulas de Química pela importância que atribuem à aprendizagem, de acordo com a Teoria da Autodeterminação (Ryan e Deci, 2000). Já os menores valores obtidos, também para as três escolas, foram para amotivação e para a regulação externa. Isso mostra que a minoria dos alunos não tem motivação, ou apenas faz as atividades para receberem recompensas externas como notas e pontos.

A análise do perfil motivacional dos alunos pôde ser complementada pela entrevista semiestruturada feita com dezoito alunos. As falas dos alunos mostraram coerência com o perfil obtido pelo questionário, sendo que apenas cinco alunos apresentaram divergências – as quais podem ser explicadas pelo fato de os alunos ficarem com receio ao serem entrevistados, e se sentirem mais seguros ao responder um questionário. Assim, o questionário elaborado mostrou-se adequado para o levantamento do perfil motivacional dos alunos em relação à disciplina de Química.

Estilo motivacional dos professores

O estilo motivacional dos professores foi traçado a partir das entrevistas semiestruturadas tanto dos professores quanto dos alunos. A análise das entrevistas possibilitou a criação de duas categorias referentes aos dois estilos motivacionais: promotor de autonomia e controlador. Distribuindo os trechos pelas categorias, observou-se que os três professores descreverem seu estilo motivacional como promotores de autonomia. Abaixo seguem alguns trechos da entrevista com os professores e alunos que remetem a esse estilo:

“Eu tenho um relacionamento bom, aberto com eles” (Professor PA);

“Sim, eles são incentivados pelo professor a acompanhar o conteúdo” (Professor PB);

“Deixo os alunos à vontade para perguntar um para o outro” (Professor PC);

“Por isso acho que no meu caso não é tanto, pois dou muita liberdade” (Professor PC).

O professor da Escola “A” (Professor PA), em seu discurso, descreve um estilo motivacional promotor de autonomia,

oportunizando um relacionamento aberto e liberdade para discussão dos assuntos. No entanto, também apresenta falas que remetem a um estilo autoritário, como exemplificado abaixo:

“(…) pedindo um pouco mais de silêncio e atenção, (...), para concentrar, porque senão fica uma dispersão e aí eles se perdem na conversa, no celular, na conversa entre eles ou no próprio pensamento, aí perdeu o foco e o conteúdo, aí se atrapalhou todo” (Professor PA).

Como explicam Guimarães e Boruchovitch (2004), a liberdade oferecida pelo professor, que contribui para a autonomia do estudante, é aquela que está diretamente ligada à tomada de decisões que envolvem a sala de aula e os aspectos pedagógicos. Se a liberdade a que o Professor PC se refere acima for além dos conteúdos curriculares, esse comportamento não mais contribuirá para motivar seus alunos. Ao mesmo tempo, o estabelecimento da autoridade como a busca por um ambiente tranquilo, no qual todos tenham oportunidade de se expressar, favorecerá o aprendizado. No entanto, poderá surtir efeito contrário se o professor tentar estabelecer padrões de comportamento e de pensamentos que se assemelham mais ao estilo autoritário.

Dessa forma, essa autoridade do professor é vista ora como algo importante para o interesse nas aulas, ora como algo desestimulante, como relatam os alunos:

“Ajuda a ter interesse, porque se você não quer fazer, você quer bagunçar, aí o professor fala que não tem problema em não fazer, aí não faz de jeito nenhum” (Aluno 5, Escola “A”).

“Acho que se não fosse autoritário não sentiria tanto interesse” (Aluno 2, Escola “B”).

“Se é um professor autoritário acaba pegando raiva da matéria” (Aluno 4, Escola “B”).

“Se fosse mandão faríamos por obrigação” (Aluno 4, Escola “C”).

“Geralmente professores mais durões fico mais retraída” (Aluno 6, Escola “C”).

As falas dos três professores, nas entrevistas semiestruturadas, remetem principalmente ao estilo motivacional promotor de autonomia. Esse resultado está em consonância com a literatura, se considerarmos que existe relação entre o estilo motivacional do professor e o perfil motivacional do aluno, e pode, portanto, ser uma justificativa para os alunos apresentarem como principal motivação a regulação integrada.

Resultados de pesquisas, realizadas com alunos desde o ensino fundamental até o nível universitário

Tabela 1: Média geral para as Escolas “A”, “B” e “C”.

	Amotivação	Externa	Introjetada	Identificada	Integrada	Intrínseca
Escola “A”	2,00	2,76	3,06	3,27	3,59	3,12
Escola “B”	1,83	2,53	3,24	3,35	3,78	3,47
Escola “C”	2,27	3,05	3,01	3,16	3,29	2,87

rio, indicam que alunos de professores com estilo motivacional promotor de autonomia demonstram maior percepção de competência acadêmica, maior compreensão conceitual, melhor desempenho, perseveram na escola, aumentam sua criatividade para as atividades escolares, buscam desafios, são emocionalmente mais positivos, menos ansiosos, buscam o domínio e são mais intrinsecamente motivados, quando comparados a alunos de professores com estilo motivacional controlador (Guimarães e Boruchovitch, 2004, p. 148).

Já as alusões ao estilo motivacional controlador, observadas nas falas do Professor A, não puderam ser associadas com a motivação dos alunos. Isso porque alunos de perfis motivacionais semelhantes não apresentaram a mesma opinião sobre a influência do autoritarismo em sua motivação. É curioso que um professor tenha apresentado um discurso ora promotor de autonomia, ora autoritário. Isso pode ser um indicador de que os professores estão mudando sua postura em sala de aula e tendendo a agir de maneira mais construtivista, ao valorizar a opinião do aluno e buscar sua participação em aula. No entanto, alguns professores podem ainda sentir necessidade de utilizar estratégias controladoras, como autoritarismo em sua fala ou recompensas externas para atrair a atenção de sua turma. Esse comportamento fica mais claro na análise a seguir.

Percepção dos professores sobre a motivação de seus alunos

Na entrevista realizada com os professores, também se buscou levantar suas percepções sobre a motivação de seus alunos. O questionamento feito foi: *“Como você caracteriza o nível de motivação de seus alunos para aprender Química (são ou não motivados; se sim, muito ou pouco)?”*.

Para os professores, grande parte dos alunos é desinteressada para a aprendizagem de Química, o que contraria os valores obtidos pelo cálculo do *Ranking Médio*, no qual se obteve um valor pequeno para a motivação. Como explicam Oliveira e Alves (2005), se os professores considerarem como motivados aqueles estudantes quietos e disciplinados, estarão revelando uma visão tecnicista de ensino. Não estarão, no entanto, em concordância com a definição de motivação, pelo menos na perspectiva da Teoria da Autodeterminação. Os trechos de entrevistas a seguir ilustram essa opinião dos professores:

“Então você passa informação para eles, eles não prestam atenção, por isso eles não são motivados” (Professor PB);

“Essa idade, eles não prestam atenção no que a gente fala, então você passa informação para eles, eles não prestam atenção” (Professor PB);

“O que eu imagino é que eles não têm, assim, eles prestam atenção, fazem a matéria, acompanham a apostila, mas querer aprender química, não vejo assim, um aluno em cada sala” (Professor PB);

“Olha, eles não são motivados de jeito nenhum” (Professor PC);

“Alguns se interessam, mas a maioria não” (Professor PC).

No discurso do professor da Escola “A”, houve pequena diferença em relação aos dois professores anteriores:

“(...) eles estão a cada ano sendo um pouco mais motivados, ainda não se tirou muito o foco de que você tem que premiar, no sentido de dar ponto para resolver as atividades (...)” (Professora PA).

O professor da Escola “A” descreve que os alunos necessitam de recompensas externas para estarem motivados nas atividades. A utilização dessas estratégias remete ao estilo motivacional controlador que, por sua vez, incentiva a motivação com regulação externa (Guimarães e Boruchovitch, 2004).

Seja por considerarem seus alunos com perfil motivacional amotivado, ou com motivação com regulação externa, os três professores apresentam uma visão diferente do que foi detectado nos dados obtidos a partir do questionário para a motivação respondido pelos alunos. Essa percepção que os professores têm sobre a motivação de seus alunos pode influenciar no relacionamento com a turma, em suas aulas e, conseqüentemente, na sua própria motivação (Goya *et al.*, 2008).

Guimarães e Boruchovitch (2004) explicam que pesquisas mostraram que o estilo motivacional do professor influencia na sua prática de ensino em sala de aula. Assim, determinados padrões comportamentais, e objetivos de ensino, são transmitidos aos alunos de modo implícito e explícito: *“tais estruturas influenciam as metas adotadas pelos alunos em relação à escola, aos trabalhos escolares e, de modo geral, em relação a sua educação”* (Guimarães e Boruchovitch, 2004, p. 148). Portanto, mesmo que o propósito do professor seja diferente, ao condicionar a realização de uma atividade à nota, os alunos entenderão que o objetivo da aula é a nota, e não a compreensão do conceito presente na atividade.

De acordo com a Teoria da Autodeterminação, os professores deveriam se apoiar menos em recompensas externas, que apenas incrementam a motivação de regulação externa. A utilização de abordagens que tornam os alunos mais autônomos, competentes e em condições de estabelecer vínculos satisfaz as necessidades psicológicas básicas propostas por Ryan e Deci (2000). Nessas condições, talvez o ambiente escolar fosse mais motivador para os alunos, e assim os professores teriam uma percepção melhor do tipo de interesse que seus aprendizes possuem.

Foi possível perceber certa discrepância entre o discurso dos professores de estilo motivacional promotor de autonomia e suas alusões às próprias práticas, que podem remeter a elementos de uma postura autoritária. Com as influências das novas ideias e concepções presentes, em especial, nas pesquisas sobre Ensino de Ciências, os professores tendem a pensar de maneira construtivista. Porém, devido provavelmente a uma formação inicial muitas vezes defasada, essas ideias não são transformadas em uma prática pedagógica que considere as concepções construtivistas, de modo a contribuir para a motivação dos alunos (Ferraz e Oliveira, 2006).

Essa percepção que os professores têm sobre a motivação também pode ser interpretada pelo fato de que eles, muitas vezes, apresentam um conceito sobre a motivação diferente do que é apresentado por teorias como, por exemplo, a Teoria da Autodeterminação. A percepção que os professores, talvez, possam apresentar é a de que aluno motivado é aquele que permanece quieto e atento em suas aulas, e desmotivado é o aluno que não presta atenção ou conversa o tempo todo. Em vez disso, a Teoria da Autodeterminação propõe que um aluno motivado é aquele que teve suas necessidades psicológicas básicas satisfeitas (Guimarães e Boruchovitch, 2004).

No que se refere ao entendimento da motivação entre professores e pesquisadores, para aqueles a motivação é vista como algo mais imediato, presente, como a participação do aluno nas atividades em aula, ou o modo como aceita as mensagens dadas em aula, independente de quais sejam. Os pesquisadores, por sua vez, conceituam a motivação como um processo mais longo e duradouro. Essa visão dos pesquisadores se mostra mais coerente com o que se observa na prática de sala de aula, onde se percebe que aquele que quer aprender aprende, em que pesem as deficiências do professor, do material utilizado e do contexto (Gomez, 1999).

O comportamento motivado é visível aos olhos de qualquer observador, inclusive do professor. Porém, os antecedentes motivacionais, ou seja, “*os fatores que não podem ser prontamente percebidos por um observador externo, mas influenciam o comportamento motivacional do aprendiz por sua influência afetiva ou cognitiva*” (Tremblay e Gardner, 1995, p. 507), que são internos, mutáveis e próprios de cada indivíduo, são difíceis de serem observados. Dessa forma, muitos professores estão atentos ao desempenho de seus alunos, mas nem sempre têm claro conhecimento dos diversos fatores que o influenciam (Souza e Brito, 2008).

Conhecer o perfil motivacional e os fatores que contribuem para a desmotivação ou a motivação dos alunos pode auxiliar o professor a trabalhar com novas metodologias, no intuito de despertar maior interesse dos alunos na aquisição de conhecimentos, e mostrar a importância desses conhecimentos para o desenvolvimento sócio-cognitivo dos alunos. Para isso, é necessário maior divulgação das pesquisas originadas do meio acadêmico, pois muitas vezes os professores da rede não têm amplo acesso a elas. Assim, o professor pode melhorar sua percepção do perfil motivacional de seus alunos nas aulas de Química.

Referências

- AZEVEDO, A. J.; BONADIMAN, C. C.; GUTIERRES, I. R. M.; SOUZA, A. A. A influência da pedagogia tecnicista na prática docente de uma escola de educação básica. *Revista Científica Eletrônica de Pedagogia*, n. 21, 2013.
- AZZI, R. G., POLYDORO, S. A. J. e BZUNECK, J. A. Considerações sobre a auto-eficácia docente. Em R. G. Azzi & S. A. J. Polydoro (Orgs.). *Auto-eficácia em diferentes contextos* (pp. 149-159). Campinas: Alínea, 2006.

Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo levantar e comparar a percepção que os professores apresentam em relação à motivação de seus alunos para aulas de Química. Os dados coletados e analisados mostraram que os professores apresentam concepções sobre a motivação dos alunos diferentes do perfil motivacional apresentado no questionário aplicado aos alunos. Os alunos apresentaram motivação de regulação integrada, o que significa, de acordo com a Teoria da Autodeterminação, que os alunos reconhecem a importância e apresentam interesse em adquirir os conhecimentos trabalhados pelos professores. Porém, os professores descrevem que a maioria de seus alunos não é motivada para a aprendizagem de Química, descrevendo-os como desinteressados.

Essa percepção distorcida que os professores apresentam em relação à motivação dos alunos nas aulas de Química pode ser discutida considerando dois pontos. O primeiro é o fato de os professores apresentarem uma definição de motivação diferente da Teoria da Autodeterminação. O segundo é o fato de os professores insistirem em práticas que estimulam comportamentos associados a motivações pouco autorreguladas, o que pode gerar a sensação de que os alunos não reconhecem a importância da aprendizagem.

Ainda são escassos os trabalhos sobre a temática proposta nesta pesquisa, em especial no ensino de Química. A continuidade dos estudos nessa área é importante, tanto para melhor compreender de que maneira as necessidades psicológicas básicas dos alunos podem ser supridas, quanto para compreender como esse conhecimento pode ser utilizado para que os professores consigam perceber a motivação dos seus alunos.

Agradecimentos

Aos professores e aos alunos que participaram da pesquisa.

Processo no. 2014/02522-7, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

Ivan Rodrigues Maranhão Severo (ivanquimico1988@gmail.com), licenciado em Química pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), mestre em Química pela Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, SP - BR. **Ana Cláudia Kasseboehmer** (claudiaka@iqsc.usp.br), bacharel, licenciada e mestra em Química, doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Atualmente, é docente e membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Química do IQSC/USP. São Carlos, SP - BR.

BLACK, A. E.; DECI, E. L. The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. *Science Education*, v. 84, p. 740-756, 2000.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. Boston: Allyn and Bacon, 1982.

BROPHY, J. Research on motivation in education: past, present, and future. In: Urdan, T. (Ed.). *Advances in motivation and achievement: achievement contexts*. Greenwich, CT: JAI Press,

1998, p. 01-44.

BZUNECK, J. A. As crenças de auto-eficácia dos professores. Em F. F. Sisto, G. C. Oliveira & L. D. T. Fini (Orgs.), *Leituras de psicologia para formação de professores* (pp. 117-134). Petrópolis: Vozes / Bragança Paulista: Universidade São Francisco, 2000.

_____. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, A. (Org.). *A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea*. Petrópolis: Vozes, p. 09-36, 2004.

BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. É. R. A promoção da autonomia como estratégia motivacional na escola: uma análise teórica e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.). *Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo*. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 43-70.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. Levels of analysis, regnant causes of behavior, and well-being: The role of psychological needs. *Psychological Inquiry*, n. 22, p. 17-22, 2011.

FERRAZ, D. F. e OLIVEIRA, J. M. P. As concepções de professores de ciências e biologia sobre a natureza da ciência e sua relação com a orientação didática desses professores. *Revista Varia Scientia*, v. 06, n. 12, p. 85-106, 2006.

GOMEZ, P. C. A motivação no processo ensino/aprendizagem de Idiomas: Um Enfoque Desvinculado dos Postulados de Gardner e Lambert. *Trabalhos de Lingüística Aplicada*. Campinas, v. 34, p. 53-77. 1999.

GOYA, A.; BZUNECK, J. A. e GUIMARÃES, S. É. R. Crenças de eficácia de professores e motivação de adolescentes para aprender Física. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 12, n. 1, p. 51-67, 2008.

GUIMARAES, S. E. R. e BORUCHOVITCH, E. O estilo motivacional do professor e a motivação Intrínseca dos estudantes: uma perspectiva da Teoria da Autodeterminação. *Psicologia Reflexão e Crítica*, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004.

LIKERT, R. A. Technique for the measurement of attitudes. New York: Archives of Psychology, 1932.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 2 ed., 2013.

OLIVEIRA, L. H. Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. Notas de aula. Metodologia científica e técnicas de pesquisa em administração. Dissertação (Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional). PPGA CNEC/FACECA: Varginha, 2005.

OLIVEIRA, C. B. E.; ALVES, P. B. Ensino fundamental: papel do professor, motivação e estimulação no contexto escolar. *Paidéia*, v. 15, n. 31, p. 227-238, 2005.

PAJARES, F. Current directions in self-efficacy research. Em M. L. Maehr & P. H. Pintrich (Eds.), *Advances in motivation and achievement* (pp. 1-49). Greenwich: JAI Press, 1997.

PATRICK, B. C., HISLEY, J. e KEMPLER, T. "What's everybody so excited about?": The effects of teacher enthusiasm on student intrinsic motivation and vitality. *The Journal of Experimental Education*, 68, 217-238, 2000.

PAJARES, F. e SCHUNK, D. H. Self-beliefs and school success: self-efficacy, self-concept, and school achievement. In: RIDING, R. e RAYNER, S. (Orgs.). *Perception*. London: Ablex, 2001, p. 239-266.

PINTRICH, P. R. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, v. 95, p. 667-686, 2003.

RYAN, R. M. e DECI, E. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, v. 55, n. 1, p. 68-78, 2000.

SEVERO, I. R. M. Levantamento do perfil motivacional de alunos, do ensino médio, de três escolas públicas da cidade de São Carlos/SP, na disciplina de Química. Dissertação (Mestrado em Ciências). PPGQ/IQSC: São Carlos, 2015.

SOUZA, L. F. N. I e BRITO, M. R. F. Crenças de auto-eficácia, autoconceito e desempenho em matemática. *Estudos de Psicologia*, v. 25, n. 2, p. 193-201, 2008.

TREMBLAY, P. F. e GARDNER, R. C. Expanding the Motivation Construct in Language Learning. *The Modern Language Journal*, v. 79, p. 507, 1995.

Para Saber Mais

AKBAS, A. e KAN, A. Affective factors that influence chemistry achievement (motivation and anxiety) and the power of these factors to predict chemistry achievement-ii. *Journal of Turkish Science Education*, v. 4, n. 1, 2007.

BZUNECK, J. A. O esforço nas aprendizagens escolares: mais do que um problema motivacional do aluno. *Revista Educação e Ensino*, v. 6, p. 7-18, 2001.

BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões e práticas. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. É. R. (Orgs.). *Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo*. 2 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 13-42.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E. e BZUNECK, J. A. (Orgs.). *A Motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea*. 4. Ed. Petrópolis: Vozes, 2009, p. 9-36.

Abstract: *Student motivation: reflections on the motivational profile and the perception of teachers.* This study aimed to discuss the relationship between the motivational profiles of students and the perception of their chemistry teachers about students' motivation. The research was conducted in three public schools applying Likert scale questionnaire and semi-structured interviews with students and Chemistry teachers. Discrepancies were found between the questionnaire results and the teachers' answers on the motivation of students. Most students showed the integrated regulation level of motivation, but teachers described them as unmotivated. Despite having a discourse of autonomy promoters, teachers still use the reward system which encourages extrinsic motivation of students. Obtained data underscore the need to expand the study of motivation to increase students' interest in Chemistry classes.

Keywords: motivation, self-determination theory, teachers' perception.

Construção e Avaliação de Dispositivo para Determinação de Material Particulado em Ambientes Internos e Externos

Marcel Piovezan, Rafaella Trilha, Amanda V. Santos e Luana Bueno

Os gases responsáveis por agravar o efeito estufa, destruição da camada de ozônio e chuva ácida são comumente abordados em estudos ambientais nas aulas do ensino médio ao superior, sendo que tal abordagem não contempla os materiais particulados (MP). Este artigo apresenta a construção e avaliação de um dispositivo de baixo custo para determinação do MP sólido no ar, com possibilidade de aplicação em aulas com a temática ambiental. O princípio da determinação baseia-se na aspiração do ar através de um filtro de papel e por um hidrômetro, que mede o volume de ar coletado. A concentração de MP é determinada por diferença da massa do filtro, antes e depois da coleta dividido pelo volume de ar coletado. Os teores de MP em ambiente interno ficaram acima do limite de qualidade do ar quando cigarros e defumadores de ambiente foram queimados. Os resultados em ambiente externo variaram devido à amostragem e efeitos climáticos. O dispositivo mostrou-se adaptável e com produção mínima de resíduos.

► qualidade do ar, interdisciplinar, cigarros ◀

Recebido em 18/04/2016, aceito em 22/09/2016

A abordagem da poluição ambiental, em especial atmosférica, pode impor determinadas barreiras, em termos experimentais, para os professores do ensino médio, técnico e superior, uma vez que a discussão do comportamento dos gases e seus mecanismos de ação na atmosfera requerem a necessidade de uma maior abstração pelos alunos. Os gases atmosféricos são incolores ou em baixas concentrações não são visíveis a olho nu, dificultando por vezes o processo de ensino-aprendizagem.

Dentre as diversas problemáticas da poluição atmosférica preferida em artigos e livros didáticos destaca-se, entre as mais conhecidas e estudadas, a destruição da camada de ozônio, ocasionada pela emissão de gases poluentes. Além de intensificar os efeitos da radiação solar sobre a Terra e contribuir com as mudanças climáticas, estes gases alteram o equilíbrio natural do efeito estufa. Outra abordagem frequentemente encontrada nestas literaturas refere-se ao impacto ambiental ocasionado pela chuva ácida. Baird e Cann

(2011) discorrem que chuva ácida surge como resultado da poluição atmosférica, causando a acidificação de lagos e rios e, como consequência, o aumento da mortalidade de organismos aquáticos.

A presença de gases poluentes na atmosfera não é o único causador de efeitos negativos para o meio ambiente. De acordo com Spiro e Stigliani (2011), o MP atmosférico, por vezes negligenciado, torna-se preocupante, pois afeta o balanço radioativo da terra, impactando solos e águas, e ocasionam graves riscos à saúde.

Segundo o CONAMA (2016), é considerado material particulado todo e qualquer material sólido ou líquido, em mistura gasosa, que se mantém neste estado na temperatura do meio filtrante. O MP pode ser emitido diretamente na atmosfera ou formar-se nela a partir de emissões primárias de gases. Em outra situação, as partículas de fuligem oriundas dos gases de combustão do diesel ou de fumaça da queima da madeira são capazes de adsorver quantidades significativas de substâncias químicas tóxicas em sua superfície ativa, funcionando também como suporte para reações químicas e fotoquímicas na atmosfera (Spiro; Stigliani, 2011; Guarieiro et al, 2011).

Dependendo do tamanho, as partículas encontram

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.

diferentes destinos e efeitos no sistema respiratório. São classificadas de acordo com seu diâmetro em: inaláveis grossas (fração inalável), que possuem o diâmetro aerodinâmico entre 2,5 e 10 μm denominados, respectivamente, $\text{MP}_{2,5}$ e MP_{10} ; as partículas finas ou respiráveis (fração torácica), que são menores que 2,5 μm e as ultrafinas ou nanopartículas (< 0,01 μm) (Guariero et al, 2011).

As partículas menores penetram mais profundamente no sistema respiratório de seres humanos e animais, causando vários tipos de problemas e doenças respiratórias como: irritação nos olhos; redução da capacidade pulmonar; aumento da suscetibilidade a infecções virais; redução do desempenho físico; dores de cabeça; alterações motoras e enzimáticas; câncer de pulmão; danos ao sistema nervoso central e alterações genéticas (Torres, 1999; Spiro; Stigliani, 2011; Raaschou-Nielsen et al, 2016; Kowalski et al, 2016). Já as partículas maiores ficam presas no nariz e garganta, sendo mais facilmente eliminadas (Spiro; Stigliani, 2011).

Sabendo que o material particulado é uma das principais causas da poluição atmosférica, que sua abordagem pode ser mais concreta em sala de aula, e considerando ainda o fato de que existe a falta de equipamentos, este trabalho tem o objetivo de apresentar a construção e a avaliação de um dispositivo de baixo custo para coleta e determinação do teor de MP em ambiente interno (com queima de cigarros e fumadores, como fonte de MP) e externo (avaliação ambiental). Existe a possibilidade do aluno se envolver desde a construção do coletor, bem como de se responsabilizar pela coleta e interpretação dos resultados, de acordo com os objetivos do professor.

Materiais e Métodos

Montagem do coletor de MP

Material necessário: um funil de Büchner (70 mm diâmetro), 1 m (12 x 2,0 mm) e 2 m (10 x 1,5 mm) de tubulação de poliuretano. Pedacos de tubulação de silicone, um hidrômetro e uma bomba de vácuo. Uma bisnaga de silicone, fita isolante e papel filtro quantitativo (12,5 cm diâmetro, maioria dos poros 8 μm) (J. Prolab, São José dos Pinhais - PR).

A construção do dispositivo inicia com a adaptação das tubulações de poliuretano nas extremidades do hidrômetro. Veda-se o espaço entre a parte interna do hidrômetro e a externa das tubulações com cola de silicone. Espera-se o tempo de secagem do produto e reveste-se tudo com fita isolante. Em uma das extremidades da tubulação conecta-se a bomba de vácuo, e na outra o funil de Büchner. O funil deve estar conectado no mesmo lado indicado para entrada de água do hidrômetro. Caso seja necessário, utilizam-se pedacos de tubulação de silicone flexível para adaptar as partes, como por exemplo, o funil de Büchner na tubulação como mostrado na Figura 1.

Mecanismo de funcionamento

A bomba succiona o ar, fazendo com que este passe primeiramente pelo filtro de papel (colocado dentro do funil de



Figura 1: Imagem do dispositivo construído para coleta de material particulado sólido.

Büchner), seguindo para o hidrômetro, onde o volume de ar é contabilizado. A concentração média do material particulado é determinada pela diferença da massa do filtro, antes e depois da coleta, dividido pelo volume de ar amostrado.

Preparação dos filtros

Os filtros devem ser cortados no diâmetro correspondente ao interior do funil de Büchner. Após o corte, os filtros são identificados e acondicionados individualmente em envelopes de papel alumínio (Figura 2).



Figura 2: Detalhes dos filtros em envelopes de papel alumínio e quando adaptados no funil de Büchner para coleta de amostra.

Antes da coleta, o envelope deve ser parcialmente aberto (Figura 2) e seco em estufa a 60 °C por 2 h, procedimento a ser realizado antes e depois da amostragem. Antes das pesagens, deixar em dessecador até temperatura ambiente. Toda a preparação dos filtros deve ser executada com luvas.

Amostragem de MP atmosférico

Inicialmente, o filtro em seu envelope de alumínio previamente seco em estufa deve ser pesado em balança analítica (0,0001 g). A coleta é realizada da seguinte maneira: o filtro é retirado do envelope de alumínio e acondicionado no funil de Büchner já posicionado no ambiente a ser realizada a coleta. Durante a amostragem, o conjunto (filtro e funil de Büchner) deve estar a, pelo menos, 1 m de altura do solo

para ambiente externo e distante da fonte de MP em caso de ambiente interno. Anota-se a hora e volume inicial da coleta (visor do hidrômetro) e liga-se a bomba de vácuo. Terminada a coleta, o filtro é cuidadosamente guardado no envelope (sempre manuseado com luvas) e os dados de volume e hora de término da coleta são registrados.

Cálculo da concentração de MP atmosférico

A fórmula para cálculo da concentração de material particulado baseia-se nas diferenças de massa do filtro depois (m_2) e antes da coleta (m_1) e do volume de ar registrado depois (V_2) e antes (V_1) da coleta no hidrômetro. A equação utilizada é (ABNT NBR 9547, 1997):

$$C = \frac{m_2 - m_1}{V_2 - V_1} \times 10^6$$

onde: C é a concentração mássica das partículas sólidas em suspensão, $\mu\text{g}/\text{m}^3$; m_1 é a massa do filtro antes da coleta, g; m_2 é a massa do filtro depois da coleta (com material particulado), g; V_1 é o volume registrado no hidrômetro antes da coleta, m^3 ; V_2 é o volume registrado no hidrômetro depois da coleta, m^3 ; 10^6 é a conversão de gramas para microgramas (μg)

Resultados e Discussão

Diagnóstico de desempenho e adaptações

A funcionalidade do dispositivo foi avaliada realizando-se inúmeros testes. Os resultados foram compilados na forma de um guia (Tabela 1), o qual comporta as situações experimentadas e sugestões de adaptação de construção e aplicação do método proposto.

Tabela 1: Guia de diagnóstico de desempenho e sugestão para adaptações.

Dispositivo	Situação	Solução/ Sugestão
Hidrômetro parou ou não gira mais	Tubulações bloqueiam a turbina do hidrômetro	Desbloquear a turbina, puxando a tubulação com cuidado
	Sujeira impregnada	Retire as tubulações e lave tudo com detergentes neutro e água em abundância
	Fuga de ar	Rever as conexões e vedações
Funil de Büchner	Não há disponível	Adaptar uma tampa plástica furada dentro de um funil de plástico
Papel filtro quantitativo	Não há disponível	Filtro de café
Bomba de vácuo	Não há disponível	Aspirador de pó (potência máx. 700 W)
	Aquece	Reduzir o tempo de amostragem
Hidrômetro	Não há disponível	Solicitar empréstimo na empresa de abastecimento de água da cidade
Dessecador	Não há disponível	Utilizar sílica higiênica (vendido em <i>petshops</i>) e pote com fechamento hermético
Balança analítica	Não há disponível	Usar uma semi-analítica e aumentar o tempo de coleta de ar ou queimar mais material (caso de amostragem em ambiente interno)
Estufa	Não há disponível	Forno de fogão

O funcionamento adequado do dispositivo é dependente de inúmeros fatores além dos listados na Tabela 1. É importante salientar que qualquer modificação implica em ajustes experimentais. A adaptação da metodologia para adequar-se à realidade da disponibilidade dos materiais promove o desenvolvimento do pensamento científico nos alunos. Esta versatilidade do instrumento faz com que cada construção seja única, visando motivar a finalização e aplicação do dispositivo construído.

Aplicação

O dispositivo foi aplicado em ambiente interno, onde foram avaliados os teores de material particulado sólido atmosférico oriundo da queima de cigarros e defumadores de ambiente. Posteriormente foram realizadas análises em ambiente externo. O ponto de coleta na cidade de Correia Pinto – SC foi escolhido por encontrar-se próximo a fontes potenciais de MP sólido. Os resultados das coletas são apresentados na Tabela 2.

Na Tabela 2 pode-se observar que os tempos de coleta em ambiente interno foram dependentes do tempo de queima dos materiais avaliados, contrário ao necessário em amostragens externa, já que a concentração de MP foi menor.

A vazão da coleta é um parâmetro importante na avaliação da reprodutibilidade da análise e do dispositivo, já que esta variou de 1,14 a 1,38 m^3/h para as coletas em ambiente interno, onde foi utilizada uma bomba de vácuo. Para as amostragens em ambiente externo, optou-se pelo uso de um aspirador de pó, com o qual as vazões sofreram variações de mais de 86 %. A alta variação pode estar associada ao escape de ar nas conexões das tubulações com o aspirador, demonstrando ser menos constante que a bomba de vácuo e por isso afeta mais os resultados da análise.

Tabela 2: Dados e resultados das análises em ambiente interno e externo.

Amostra ¹	m ₁ (g)	m ₂ (g)	(m ₂ - m ₁) (g)	(V ₂ - V ₁) (m ³)	Tempo de coleta (h)	Vazão de coleta (m ³ /h)	C (µg/m ³)
Cigarro (1)	0,4561	0,4575	0,0014	0,2756	0,22	1,25	5.079
Cigarro (2)	0,4974	0,4987	0,0013	0,3195	0,28	1,14	4.068
Defumador (1)	0,4595	0,4634	0,0039	0,9999	0,88	1,14	3.900
Defumador (2)	0,4678	0,4689	0,0011	0,9117	0,66	1,38	1.206
Ambiental (1)	0,5023	0,5037	0,0014	10,9060	11,0	0,99	128
Ambiental (2)	0,4676	0,4687	0,0011	20,2988	11,0	1,85	54
Ambiental (3)	0,4021	0,4044	0,0023	10,4733	6,2	1,69	219

¹ As identificações (1) e (2) de cigarros e defumadores designam réplicas autênticas.

Determinação de MP em ambiente interno

Como fontes de emissão de MP foram utilizados cigarros e defumadores de ambiente. Esses materiais foram queimados em um ambiente fechado com volume aproximado de 18 m³ (área de serviço). O funil com o filtro foi deixado dentro do ambiente a ser avaliado em altura mínima de 1m do solo e distante cerca de 2m da fonte de MP, o restante do dispositivo (hidrômetro e bomba) ficaram na cozinha do apartamento (Figura 3). O tempo de coleta de ar iniciou a partir do momento em que o material foi aceso e findou 10 min após sua queima completa. As coletas em ambiente interno foram menores que 1 h. O tempo médio de queima do cigarro foi de 9 min e os defumadores de 40 min.



Figura 3: Dispositivo montado para coleta em ambiente interno e detalhe da disposição da queima do cigarro e defumador. O conjunto (funil de Büchner e filtro) fica distante pelo menos 1 m da fonte de MP.

Para ambiente interno foi verificada concentração média de MP de $4573,5 \pm 714,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para cigarros e $2.553,0 \pm 1904,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para defumadores. Ambos os casos

extrapolam em muito os limites estabelecidos pela resolução do CONAMA n° 5, de 15 de junho de 1989, que institui o PRONAR (Programa Nacional de controle da qualidade do Ar), que determina como aceitável a concentração de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bem como os limites da U.S. EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos), que estabelece para MP₁₀ diário em $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estes resultados são mais graves quando se considera que, para ambas as legislações estes limites são para uma amostragem de 24 h e não podem ser excedidos mais de uma vez por ano (CONAMA, 2016; U.S. EPA, 2016a).

Segundo dados da U.S. EPA (2016b), os níveis de MP em ambiente interno podem exceder os níveis em comparação com o ambiente externo, bem como os limites de qualidade estabelecidos como aceitáveis. Uma vez que as normas ambientais não regulamentam padrões de qualidade do ar para MP em ambiente interno, estes resultados são alarmantes para as amostras como cigarros e defumadores. Esses materiais são consumidos diariamente em escala mundial, sendo pouco estudado o impacto que podem causar à saúde ao ser liberado MP na queima em locais fechados e sem ventilação.

Determinação de MP em ambiente externo

As coletas foram realizadas na cidade de Correia Pinto-SC, no bairro Pró-Flor (Figura 4). A bomba de vácuo foi substituída por um aspirador de pó de 700 W (aspirador portátil), adaptação esta que atendeu com sucesso o tempo de amostragem de mais de 6 h sem aquecimento excessivo. O filtro foi disposto em altura mínima de 1 m do solo e sempre perpendicular ao sentido do vento. Tais procedimentos evitam erros de amostragem provenientes de material depositado no solo revolvido pelas correntes de ar.

Um fator de suma importância que deve ser acompanhado e utilizado na discussão dos resultados é a influência das condições climáticas no momento da coleta, como as mostradas na Tabela 3 para o presente estudo.

Os resultados mostrados na Tabela 2 para amostragem Ambiental (1-3) não podem ser avaliados como replicatas de uma mesma medida, pois as concentrações dos poluentes podem variar rapidamente com o passar do tempo. Para a

Tabela 3: Condições climáticas nas coletas em ambiente externo.

Coleta	Condição Climática	Temperatura média (°C)	Umidade (%)	Vento (km/h)
Ambiental (1)	Ensolarado	29	48	26 - NE
Ambiental (2)	Garoa	19	94	13 - NO
Ambiental (3)	Nublado	23	78	11 - O



Figura 4: Amostragem ambiental e detalhe do filtro em altura mínima de 1 metro do solo e perpendicular ao sentido do vento (A). Mapa do ponto de coleta (em vermelho) e arredores (B). Legenda: 1- Locais com construção civil em execução; 2- Comércio que possuem chaminés ativas.

obtenção de valores médios das análises realizadas é mais apropriado um estudo de longa duração (tempos de amostragem maiores), nos quais se fixa o período de amostragem (MOZETO, 2001). Sobre a ótica da legislação brasileira as concentrações de MP foram inferiores ao limite do CONAMA (2016) e, segundo a U.S. EPA (2016), apenas uma amostragem ultrapassou os $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Lembrando que as amostragens nunca ultrapassaram 24 h, resultados que demandam atenção e poderiam exceder os padrões de qualidade do ar.

As condições climáticas influenciam largamente nos resultados de MP. Observou-se menor valor de MP na coleta realizada em dia com garoa referente à amostra Ambiental 2 ($54 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ocasionado possivelmente pela lavagem da atmosfera. Contraditoriamente, a coleta Ambiental 3 ($219 \mu\text{g}/\text{m}^3$), realizada em dia nublado e umidade relativa do ar de 78%, não induziu o mesmo raciocínio, pois apresentou o maior valor de MP entre as amostras.

A importância de registrar e acompanhar as condições climáticas ficam evidentes quando observamos a amostra Ambiental 1 ($128 \mu\text{g}/\text{m}^3$), na qual se esperava valores mais elevados de MP, visto que em dias ensolarados não há ocorrência de lavagem da atmosfera. Entretanto, considerar apenas as condições de umidade relativa do ar e a ocorrência de precipitação para justificar maiores ou menores valores para MP pode levar a interpretações equivocadas. A velocidade dos ventos é outro fator relevante nestas observações, uma vez que as altas velocidades intensificam os efeitos dispersivos de material do solo e de fontes próximas ao local da coleta (Figura 4).

A localização espacial do local de coleta e a identificação de fontes de MP tornam-se relevantes do ponto de vista quantitativo e auxilia na justificativa dos resultados (Figura 4 (B)). Construções civis em execução, chaminés de padarias e casas, ruas sem pavimentação, queimadas em campos, pedreiras de extração e florestas são todas fontes potenciais de MP atmosférico e devem ser consideradas.

Conclusões

O dispositivo proposto neste artigo mostrou-se ser de fácil construção e passível de adaptações a diferentes realidades escolares. A aplicação do dispositivo na quantificação de MP em ambiente interno, além de uma sugestão de aplicação, chama atenção pelos altos valores encontrados e o grande impacto que estas fontes de MP podem causar na saúde. Já na proposta de aplicação em ambiente externo, as concentrações de 54 , 128 e $219 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de MP, são influenciadas pelas adaptações feitas no dispositivo, condições climáticas e as fontes de material particulado próximas ao local da coleta. Vale salientar que em outras condições experimentais os resultados podem ser diferentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Secretaria Municipal de Águas e Saneamento (SEMASA) do município de Lages -SC pela colaboração e gentileza no empréstimo do hidrômetro para realização deste trabalho. Ao Instituto Federal de Santa

Marcel Piovezan (marcel.piovezan@ifsc.edu.br) é Doutor em Química Analítica pela Universidade Federal de Santa Catarina e Professor do Ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Santa Catarina. Lages, SC – BR. **Rafaella**

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Serviços: pesquisa de normas técnicas. NBR 9547/1997 – Material particulado em suspensão no ar ambiente - determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume - método de ensaio. Disponível em: http://www.esat.com.br/docs/met_abnt/9547.pdf. Acesso em: 22 ago. 2016.

BAIRD, C. e CANN, M. Química ambiental. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006. *Diário Oficial da União nº 1*, Seção 1, Brasília, página 131-13, 2 de janeiro de 2007. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2006_382.pdf. Acesso em: 22 ago. 2016.

U.S. EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Particulate Matter (PM) Standards - Table of Historical PM NAAQS*. Disponível em: http://www3.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s_pm_history.html. Acesso em: 22 ago. 2016a.

U.S. EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Indoor Air Quality (IAQ) – Indoor Particulate Matter*. Disponível em: https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/indoor-particulate-matter#Levels_in_Homes. Acesso em: 22 ago. 2016b.

GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELLOS, P. C.; SOLCI, M. C. Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: uma breve revisão. *Revista Virtual de Química*, v. 3, p. 434-445, 2011.

KOWALSKI, M.; KOWALSKA, K. E KOWALSKA, M. Health benefits related to the reduction of PM concentration in ambient air, Silesian Voivodeship, Poland. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, v. 29, p. 209-217, 2016.

Trilha (rafaellaqmc@gmail.com), Bacharel e Licenciada em Química, Graduada de Fonoaudiologia na Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC – BR. **Amanda Vitória Santos** (amadavelho30@gmail.com), Técnica em Análises Químicas, Graduada em Química na Universidade Federal de Santa Catarina. Lages, SC – BR. **Luana Bueno** (luana.bueno069@gmail.com), Técnica em Análises Químicas, Graduada em Química na Universidade Federal de Santa Catarina. Lages, SC – BR.

MOZETO, A. A. Química Atmosférica: A química sobre nossas cabeças. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição Especial, p. 41-49, maio-2001.

RAASCHOU-NIELSEN, O.; BEELEN, R.; WANG, M.; HOEK, G.; ANDERSEN, Z.J.; HOFFMANN, B.; STAFOGGIA, M.; SAMOLI, E.; WEINMAYR, G.; DIMAKOPOULOU, K.; NIEUWENHUIJSEN, M.; XUN, W.W.; FISCHER, P.; ERIKSEN, K.T.; SØRENSEN, M.; TJØNNELAND, A.; RICCI, F.; DE HOOGH, K.; KEY, T.; EEFTEENS, M.; PEETERS, P.H.; BUEÑO-DE-MESQUITA, H.B.; MELIEFSTE, K.; OFTEDAL, B.; SCHWARZE, P.E.; NAFSTAD, P.; GALASSI, C.; MIGLIORE, E.; RANZI, A.; CESARONI, G.; BADALONI, C.; FORASTIERE, F.; PENELL, J.; DE FAIRE, U.; KOREK, M.; PEDERSEN, N.; ÖSTENSON, C.-G.; PERSHAGEN, G.; FRATIGLIONI, L.; CONCIN, H.; NAGEL, G.; JAENSCH, A.; INEICHEN, A.; NACCARATI, A.; KATSOUKIS, M.; TRICHOPOULOU, A.; KEUKEN, M.; JEDYNSKA, A.; KOOTER, I.M.; KUKKONEN, J.; BRUNEKREEF, B.; SOKHI, R.S.; KATSOUYANNI, K. E VINEIS, P. Particulate matter air pollution components and risk for lung cancer. *Environment International*, v. 87, p. 66-73, 2016.

SPIRO, T. G. e STIGLIANI, W. M. *Química Ambiental*. Trad. S. M. Yamamoto. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

TORRES DE ALMEIDA, I. A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto. 1999. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Minas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

Para saber mais

BRICKUS, L. S. R.; AQUINO NETO, F. R. de. A qualidade do ar de interiores e a química. *Química Nova*, v. 22, n.1, p. 65-74, 1999.

Abstract: *Construction and Evaluation of Device to Determination Indoor/Outdoor Particulate Matter.* The responsible gases for aggravating the greenhouse effect, ozone layer destruction and acid rain are commonly worked in environmental studies since high school courses until college classes. This approach does not consider the particulate matter (PM). This paper shows the construction and evaluation of a low-cost device to determination of solid PM in air, with possibility in application on classes that involving environmental issues. The principle of determination is based on the air aspiration through a filter paper and a water meter, which measures the volume of air collected. The concentration of PM is determined by the filter mass difference, weighed before and after of analysis divided by air volume collected. The PM contents of indoor were above the air quality standards when cigarettes and incenses were burned. Already, the outdoor results showed variability due sampling and climatic effects. The device showed adaptability and minimal waste production.

Keywords: air quality, interdisciplinary, cigarettes

Monteiro Lobato e Paulo Freire: problematizando *O Poço do Visconde*

Monteiro Lobato and Paulo Freire: problematizing *O Poço do Visconde*

Marcelo P. da Silveira e João Zanetic

Resumo: Nos últimos anos, várias pesquisas sobre a prática de leitura na formação de professores de Ciências revelam a importância de se promover estudos mais específicos sobre o papel da leitura nos cursos de Licenciatura. Os estudos sobre as relações entre Literatura e Ciência indicam que o texto literário pode promover a leitura e contribuir para o ensino, aprendizagem e formação de professores dedicados à educação científica. Desta forma, buscamos investigar o potencial pedagógico que o livro *O Poço do Visconde* apresenta para o ensino da Química, discutindo a “veia pedagógica” de Monteiro Lobato e a aproximação que se pode fazer com a pedagogia de Paulo Freire, no sentido de mostrar que ambos, escritor e pedagogo, defendiam a curiosidade como forma de manter o interesse do aluno e/ou criança na busca pelo conhecimento, por meio do diálogo centrado na pedagogia da pergunta. A análise desenvolvida permite interpretar que o livro apresenta uma abordagem pedagógica atual que possibilita discutir questões sobre a problematização e o papel da pergunta e curiosidade nas situações de ensino e aprendizagem por meio do tema petróleo. *O Poço do Visconde* apresenta o conhecimento científico permeado por discussões que envolvem aspectos econômicos, culturais, políticos e sociais de um determinado contexto histórico, possibilitando promover discussões de caráter mais humanístico no ensino e formação de futuros professores de Química.

Palavra Chave: Literatura, pedagogia da pergunta, petróleo, Monteiro Lobato, ensino de química.

Abstract: In recent years, several articles about the practice of reading in the education of science teachers have revealed the importance of promoting more specific studies about the role of reading in teaching courses. Studies about the relationships between literature and science indicate that the literary text can promote reading and contribute to the teaching, learning and education of teachers dedicated to scientific education. Thus, we investigate the pedagogical potential that the book *O Poço do Visconde* presents in chemistry teaching, discussing the pedagogical style of Monteiro Lobato and the approximation that can be done with the pedagogy of Paulo Freire, in the sense of showing that both writer and pedagogue defended curiosity as a way to keep the interest of the student and/or child in their search for knowledge, by means of a dialog centered on question pedagogy. The analysis that was developed allows the interpretation that the book presents a current pedagogical approach that enables the discussion of questions about problematization and the role of the question and curiosity in teaching and learning situations, by means of the theme petroleum. *O Poço do Visconde* presents scientific knowledge permeated by discussions that involve economic, cultural, political and social aspects of a certain historical context, enabling the promotion of more humanistic discussions in the teaching and education of future chemistry teachers.

Keywords: Literature, question pedagogy, petroleum, Monteiro Lobato, chemistry teaching.

Marcelo Pimentel da Silveira (martzelops@gmail.com), bacharel em Química pela UNESP Araraquara, licenciado em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz, mestre e doutor em Ensino de Ciências pela USP, atualmente é professor adjunto da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR – BR. **João Zanetic** (zanetic@if.usp.br), graduação em Física pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), mestrado em Física pelo IFUSP, mestrado em Science Education pela University of London, doutor em Ensino de Física pela Faculdade de Educação da USP, atualmente é professor sênior do IFUSP, São Paulo, SP – BR. Recebido em 29/07/2015, aceito em 20/06/2016

A seção “Cadernos de Pesquisa” é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.

As questões sobre leitura e aprendizagem no âmbito do ensino de química vêm se consolidando como objeto de pesquisa, como indicam alguns estudos. Por exemplo, Andrade e Martins (2004) analisaram o discurso de professores de química, física e biologia sobre leitura; Teixeira Júnior e Silva (2007) traçaram o perfil de leitores em um curso de Licenciatura em Química e Flôr (2009) fez um estudo sobre a leitura e a formação de leitores em aulas de química no Ensino Médio.

Teixeira Júnior e Silva (2007) afirmam que existe uma deficiência na prática de leitura na formação de professores de química, pois por natureza própria do curso, a ênfase está centrada no desenvolvimento de habilidades quantitativas, tais como o uso de cálculos. Quando ocorrem práticas de leitura na formação inicial “os licenciandos assinalam que a maioria dos formadores incentiva apenas a leitura do livro didático da disciplina por eles lecionada” (Teixeira Júnior; Silva, 2007, p. 1367).

Os estudos revelam que trabalhos sobre a leitura nos cursos de química, de uma forma geral, envolvem a problematização de artigos científicos em disciplinas específicas da química (Queiroz; Sá; Santos, 2006); a promoção da argumentação no ensino superior de química por meio do uso de artigos científicos (Queiroz; Santos, 2007) e artigos científicos como recurso didático (Ferreira; Queiroz, 2011; Massi et al., 2009).

Pinto Neto (2008) argumenta que a literatura pode ser uma alternativa de leitura na formação do professor de química, uma vez que o processo de formação também deve ser visto como um espaço para ampliar a cultura do futuro professor, de tal maneira que, possa tomar contato “[...] com diferentes formas de ver, pensar e representar o mundo. Sendo que ao final do processo será este conjunto de experiências, de cunho estético, moral, ético e cultural que irão compor a *bagagem do professor*” (Pinto Neto, 2008, p.01).

Silva (1998) defende a tese de que todo professor, independente da disciplina que ensina, é um professor de leitura e afirma que questões atuais em torno da interdisciplinaridade apontam para a necessidade de superar visões compartimentalizadas que prevalecem nas escolas, pois o desafio de formar leitores críticos exige “[...] a escola como um todo – com todos os seus professores, de todas as disciplinas – assumir responsabilmente o ensino e os programas relacionados à educação dos leitores” (Silva, 1998, p. 107).

A ciência e a literatura possuem linguagens específicas, entretanto, quando existe interação entre uma e outra área, é possível haver um ganho de humanidade ao conhecimento científico (Galvão, 2006), uma vez que aumentam as possibilidades de fazer diferentes leituras a partir das duas abordagens. A ponte entre ciência e literatura pode, portanto:

[...] trazer a ciência aos cidadãos de outra maneira, sem a imposição da ciência em si mesma,

diluindo-a no romance, embora sem a desvirtuar. Sem se fazer a apologia da descaracterização da abordagem científica, indispensável ao aprofundamento e à compreensão da ciência na sua totalidade, esta aproximação permite o confronto de dois campos tradicionalmente antagônicos, pelo menos em abordagens curriculares, valorizando um e outro (Galvão, 2006, p.40 e 41).

Compartilhamos com os argumentos presentes em Candido (1995) que afirma ser a literatura o sonho acordado das civilizações, fator indispensável de humanização que confirma o homem na sua humanidade. Por permitir que no texto estejam presentes os diferentes valores inerentes à sociedade, sejam eles considerados bons ou ruins, a literatura, por meio dos seus diferentes gêneros:

[...] tem sido um instrumento poderoso de instrução e educação, entrando nos currículos, sendo proposta a cada um como equipamento intelectual e afetivo. [...] A literatura confirma e nega, propõe e denuncia, apóia e combate, fornecendo a possibilidade de vivermos dialeticamente os problemas [...] (Candido, 1995, p. 175).

Desta forma, afirmar que pode haver um ganho de humanidade ao conhecimento científico quando este é visto a partir do olhar extraído de textos literários é compreender a humanização como um processo que confirma e, porque não, resgata no homem características essenciais cada vez mais raras nos dias de hoje, como:

[...] o exercício da reflexão, a aquisição do saber, a boa disposição para com o próximo, o afinamento das emoções, a capacidade de penetrar nos problemas da vida, o senso da beleza, a percepção da complexidade do mundo e dos seres, o cultivo do humor [...] (Candido, 1995, p. 180).

Os desafios da educação são grandes e, aparentemente, parece não ser possível visualizar soluções ou alternativas definitivas. Contudo, é certo que a literatura pode contribuir muito para a formação de um cidadão contemporâneo mais humano e comprometido com a vida e o coletivo, pois “a literatura desenvolve em nós a quota de humanidade na medida em que nos torna mais compreensivos e abertos para a natureza, a sociedade, o semelhante” (Candido, 1995, p. 180).

Diante de tais perspectivas, as relações entre leitura, literatura e produção científica vêm ganhando força como uma linha de pesquisa na área de ensino de física, com a produção de propostas que visam promover a formação mais humanística (Almeida; Silva, 1998). Vários trabalhos

apresentam como argumentos, o uso da leitura de textos de ficção científica, romances, contos ou peças de teatro como forma de humanizar o ensino de ciências nas aulas de física, por exemplo, Deyllot (2005), Ferreira (2011), Gomes (2011), Piassi (2007), Pinto (2007), Oliveira (2004) e Oliveira (2011).

A leitura de textos literários pode, então, permitir aos leitores possibilidades de vivenciarem outras vidas por meio dos personagens podendo, no caso da ciência, refletir sobre os diferentes sentidos que essa apresenta nas relações com a sociedade. Piassi (2011, p. 208) afirma que “ao levarmos a literatura para as aulas de física estamos explicitando a posição da ciência na rede maior da cultura em que ela se inscreve, evidenciando seu caráter de experiência humana individual e coletiva”.

Em trabalho sobre literatura e cultura científica, Zanetic (1998, p. 13 e 14) discute a ideia do cientista com veia literária e do escritor com veia científica. Os escritores incluídos na segunda categoria são aqueles que “com menor ou maior conhecimento das grandes sínteses científicas e suas implicações, produziram obras literárias utilizando tal conhecimento tanto como fonte inspiradora do conteúdo quanto como guia metodológico/filosófico”. Zanetic (2006) dá alguns exemplos de escritores com veia científica, citando: Edgar Allan Poe, Gustave Flaubert, Emile Zola, Fiodor Dostoiévski, Julio Verne, Herbert G. Wells, Monteiro Lobato, Bertolt Brecht, Arthur Koestler, Primo Levi e Italo Calvino.

Os escritores se embrenham na aventura científica porque a “ciência fascina, e isso obviamente tanto mais porque ela parece misteriosa, e também porque ela modifica, por suas aplicações práticas, e a uma velocidade sempre crescente, as circunstâncias que envolvem o homem” (Vierne, 1994, p. 81). Desta forma, as obras de escritores com veia científica incorporam características que podem ser identificadas na narrativa dos diferentes gêneros literários, sendo comum a presença de aspectos que enfatizam a formação humana, o potencial de atribuir sentidos diversos à ciência nos diferentes contextos e a possibilidade de explorar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Galvão (2006), por exemplo, problematiza o potencial dos livros, *Cem Anos de Solidão* (realismo fantástico) de Gabriel García Márquez e *Rios de Púrpura* (romance policial) de Jean-Christophe Grangé, exemplificando formas distintas dos escritores incorporarem a ciência no texto literário. No primeiro, temos a presença da ciência e tecnologia, abordadas por meio da história da saga de uma família que perpassa por várias gerações, permitindo “olhar” a evolução da ciência e sua relação com a sociedade ao longo do tempo. No segundo, a ciência está representada na ação de cientistas que utilizam seus conhecimentos e a tecnologia para ajudar detetives a desvendarem crimes. Sobre os dois livros mencionados, a autora tece os seguintes comentários:

E todo texto, numa narrativa rica, estabelece esta ligação fortíssima com a ciência e a tecnologia e com as possibilidades de viajar para além do espaço de nascença, numa dimensão que só a procura incessante do conhecimento consegue dar. Mas não são só os objetos tecnológicos que estão presentes neste romance, é a própria história da ciência que está em evidência e as implicações sociais das descobertas científicas. As possibilidades variadas de exploração de significados tornam este romance muito rico, por exemplo, numa situação escolar (Galvão, 2006, p. 37).

[...] Compreender fenômenos da poluição e da evolução da composição da água são indispensáveis para deslindar os assassínios que vão acontecendo, do mesmo modo que só é perceptível toda a maquinaria que leva à evolução diferenciada daquelas populações, se os mecanismos básicos de genética e de hereditariedade fizerem parte do conhecimento do leitor. O autor explica de um modo simples todos os fenômenos, recorrendo a cientistas que vão sendo os auxiliares dos detetives. Trata-se de uma obra admirável que intercrusa o conhecimento científico e o literário de uma forma extremamente cativante (Galvão, 2006, p. 37 e 38).

Assim, a problematização do ensino de ciências por meio da relação entre a ciência e a literatura, pode sensibilizar os educadores na escolha de temas que provoquem no estudante, a vontade de buscar o conhecimento a partir da pluralidade de relações possíveis que a literatura e a ciência juntas oferecem. Um romance pode inserir o aluno no contexto social, político, ético e cultural de determinada época e, por meio da ficção, permitir que o imaginário construa imagens da ciência como produto das ideias e das ações do homem.

Salomão (2005) afirma que uma das contribuições que o texto literário pode trazer, tanto para o professor quanto para o aluno, é que “as histórias convidam a saber”, como percebeu no seu estudo sobre o uso da peça *Lições de Botânica* de Machado de Assis em aulas de ciências do Ensino Fundamental. A autora argumenta em suas considerações finais que, ao trabalhar-se com o texto literário em aulas de ciências “há que se investir nas pistas encontradas no texto literário e nas relações diferenciadas que consegue traçar com a realidade, frestas abertas para a pesquisa e a aprendizagem de alunos e professores” (Salomão, 2005, p. 220).

No cenário pertinente ao ensino da química, é possível destacar alguns trabalhos que abordam a temática da leitura de textos literários. Porto (2000), por exemplo, discute sobre o potencial de relações interdisciplinares por meio da problematização do poema *Psicologia de um Vencido* de Augusto dos Anjos. Em outra perspectiva, Porto et al. (2007)

discutem a utilização do capítulo *Potássio*, do livro *A Tabela Periódica de Primo Levi*, um escritor com veia científica, como tema inicial para abordar conceitos químicos com alunos da graduação na perspectiva de provocar os estudantes na busca de respostas aos problemas apresentados no texto.

Gonçalves (2014) também estudou o livro *A Tabela Periódica*, com a intenção de destacar as possibilidades de abordagens experimentais na formação de professores com o intuito de mostrar aos futuros professores de química, “maneiras de colaborar para um processo interdisciplinar na educação básica” (Gonçalves, 2014, p. 84).

Nessa perspectiva, o pesquisador problematiza o potencial do livro para discutir diferentes aspectos relacionados à experimentação no contexto de disciplinas da área de ensino de química, tais como: o papel do erro nas atividades experimentais; preocupação com a integridade física nas atividades; a experimentação em situações problemas e questões epistemológicas sobre a experimentação e a ciência (Gonçalves, 2014). Diante de tais características, o livro pode “ser uma forma de fomentar a desejável interdisciplinaridade na formação inicial de professores de química [...] enriquecida com o apoio de outras componentes curriculares como as de história das ciências” (Gonçalves, 2014, p. 98).

Pinto Neto (2001) investigou as representações de ciência e fazer ciência em romances produzidos no Brasil entre o final do século XIX e início do século XX. Assim como, discutiu o potencial de dois escritores com veia científica por meio dos trabalhos: *Júlio Verne: o propagandista das ciências* (Pinto Neto, 2004) e *A Química segundo Primo Levi* (Pinto Neto, 2008).

No trabalho sobre Primo Levi, o pesquisador levanta algumas questões interessantes a respeito da inserção da literatura na formação de professores de química, por exemplo: “- O que os futuros professores de química devem ler? Ou para os espíritos mais pragmáticos, uma outra que é mais fácil de ser respondida: Quais são as obras e autores que fizeram da química seu tema de fabulação?” (Pinto Neto, 2008, p. 02).

Vários são os escritores com veia científica que inserem a química no enredo de suas histórias, Primo Levi é um exemplo, uma vez que “sua obra pode ser lida como uma profunda reflexão sobre o significado da ‘humanidade’ e, por outro lado, sobre os processos de ‘desumanização’” (Pinto Neto, 2008, p. 04). Segundo o pesquisador, o escritor nos leva a refletir sobre as relações entre a indústria química alemã e o nazismo durante a segunda guerra mundial, sendo que para Primo Levi:

[...] a química é muito mais do que o simples aprendizado de uma disciplina ou o exercício de um ofício, é uma experiência de vida, que não pode ser separada do homem, que irá transformá-lo e, ao mesmo tempo, será moldada segundo qualidades de quem é o seu portador (Pinto Neto, 2008, p. 4).

A poesia *Lágrima de Preta* de Antônio Gedeão foi tema do trabalho de Silva (2011) que estudou o potencial do texto nas aulas de química na Educação Básica, assim como destacou a possibilidade de a poesia contribuir para a “formação de professores críticos, autônomos, versáteis que entendam o conhecimento científico como uma das muitas formas de conhecimento, que está presente em diversos contextos” (Silva, 2011, p. 84).

Podemos inferir que existe um consenso entre os diferentes estudos apresentados sobre a literatura e o ensino de química. Ambos os autores citados, discutem que o texto literário emerge como uma alternativa para promover a leitura na formação inicial de professores, possibilitando uma formação mais ampla do ponto de vista cultural e a oportunidade de vivenciar diferentes olhares a respeito da realidade. A aproximação entre literatura e educação pode, portanto, contribuir na formação de futuros educadores porque o texto ficcional promove uma forma de diálogo silencioso que resgata a capacidade de refletir e buscar significados para as razões de ensinar, quaisquer que sejam os conhecimentos (Brayner, 2005).

O texto literário, portanto, por meio de suas personagens pode provocar no leitor sentimentos e a vivência de situações imaginárias originadas a partir da dualidade realidade e fantasia. Desta forma, a “inserção do leitor na obra se dará, muitas vezes, através da vida das personagens. O leitor insere-se na vida do personagem, e com ele vive aventuras que o seu mundo não lhe pode proporcionar” (Pinto Neto, 2001, p.38).

A obra de Monteiro Lobato tem sido objeto de várias pesquisas, por exemplo, sobre a presença da ciência na sua produção literária, como nos trabalhos de Apóstolo Netto (1996), Camenietzki (1988), Carvalho (2002), Groto (2012), Groto e Martins (2015a; 2015b), Oliveira (2011), Pereira (2006), Santos (2011) e Scavone (1981). Na maioria dos trabalhos, destaca-se o potencial da obra para despertar as relações interdisciplinares que possibilitam discussões sobre as questões éticas, culturais, econômicas e sociais envolvidas em torno do conhecimento científico e tecnológico.

Os estudos também revelam que é possível identificar nos livros infantis de Monteiro Lobato um caráter pedagógico, por exemplo, aproximando o pensamento do escritor com diferentes pensadores da educação, como: Georges Snyders (Catinari, 2006), Anísio Teixeira e Paulo Freire (Abreu, 2004) e Jean Piaget (Macedo, 1996). Assim como, outros trabalhos sobre a relação entre Lobato com os ideais do Movimento da Escola Nova, como: Arapiraca (1996), Cardoso (2007), Nunes (2004), Santos (2008) e Valente (2004).

Diante das contribuições que o texto literário pode trazer para o ensino de química e a formação de professores, investigamos o potencial pedagógico dos livros infantis de Monteiro Lobato, buscando identificar trechos que

evidenciam as possíveis relações entre a literatura, ciência e química na perspectiva de compreender de que forma o texto de Lobato pode promover reflexões sobre a prática docente no contexto da formação inicial de professores de química.

Neste artigo, apresentamos a análise do livro *O Poço do Visconde*, utilizando como referencial a perspectiva pedagógica de Paulo Freire, especificamente as noções sobre o papel da curiosidade, da pergunta e do diálogo nas situações de ensino e aprendizagem presentes no livro.

Paulo Freire e a curiosidade: por uma pedagogia da pergunta

Freire (1995, 2002, 2009b) afirma que a curiosidade é um componente essencial no processo de construção de saberes, algo como um combustível que alimenta o ser humano de dúvidas e perguntas, permitindo que não se apague a capacidade que temos para nos espantar diante do desconhecido e sentir necessidade de buscar respostas a respeito da razão das coisas que estão ao nosso redor.

Um exemplo são as crianças na fase dos por quês e a busca incessante que apresentam sobre a razão de tudo que está ao redor delas. Ou seja, o que Freire discute como possibilidade gnosiológica que só ocorre se houver disposição à curiosidade e sem a pergunta “bem feita ou mal fundada, não importa – não haveria a atividade gnosiológica, expressão concreta de nossa possibilidade de conhecer” (Freire, 1995, p. 76).

Nesse sentido, assumindo que somos seres sociais e históricos capazes de transformar a realidade (Freire, 2009a), quer sejamos alfabetizados ou não alfabetizados; professor; empregado ou empregador; todos nós, seres do mundo e com o mundo, possuímos uma leitura que antecede a leitura da palavra. Tal compreensão é relevante, pois é na leitura do mundo que está presente a curiosidade de cada um, possível de ser provocada e cultivada ou sufocada e reprimida. Desta forma, no contexto da prática educativa não se deve separar *leitura do texto e leitura do contexto, leitura do mundo e leitura da palavra*, pois isso pode significar a castração da “curiosidade epistemológica” dos educandos (Freire, 1995, p. 33).

A capacidade de aprender é inerente à possibilidade de o educando ter curiosidade o suficiente para buscar o conhecimento, fruto da necessidade e/ou desejo que surge de compreender a razão das coisas e ampliar os horizontes de sentidos à leitura do mundo. Busca interminável, na qual se deve ter a consciência de que nunca se sabe tudo e, por isso, sempre será possível saber mais e melhor o que já se sabe, o que ainda não sei, assim como a possibilidade de “saber que posso produzir conhecimento ainda não existente” (Freire, 1995, p. 18).

Nesse contexto, é preciso entender a curiosidade como peça fundamental do alicerce epistemológico que estrutura a

busca pelo saber na pedagogia de Paulo Freire, sendo necessário compreender as noções de *curiosidade epistemológica* e *curiosidade ingênua* ou *espontânea* definidas pelo autor.

A *curiosidade ingênua* ou espontânea é aquela que está associada ao saber que vem do senso comum, fruto da experiência acumulada com a prática e os saberes populares, ou seja, a *curiosidade ingênua* está relacionada ao contexto concreto, ao contrário da *curiosidade epistemológica*, que leva o indivíduo a buscar a razão de ser das coisas e a construção de conhecimentos sistematizados.

No ensino da química, um exemplo de situações onde não se instiga a *curiosidade epistemológica* pode ser ilustrado por meio de situações a respeito da experimentação destituída de problematização, como nas reações que causam explosões ou que provocam mudanças de cores vibrantes, demonstradas no laboratório, por exemplo, a reação de desidratação do açúcar com ácido sulfúrico concentrado.

A curiosidade cessa com o resultado concreto dessa experiência. A busca pela razão do fenômeno e a reflexão sistemática sobre a racionalidade do mesmo não é provocada na maioria das situações de ensino. Por isso, não são estranhas as manifestações como a do escritor Elias Canetti (1989, p.107) que afirmou sobrar muito pouco das aulas de química que teve na educação secundária, “além das fórmulas da água e do ácido sulfúrico [...] ficou-me somente um verdadeiro vácuo de conhecimento”.

Algo mais significativo que esse “vácuo de conhecimento” sobriaria se, no caso da desidratação do açúcar, o professor provocasse o aluno a pensar nos resultados observados, por meio de perguntas reflexivas como: Por que formou carvão se não ocorreu uma combustão ou queima do açúcar? Os mesmos resultados seriam obtidos com concentrações mais diluídas de ácido sulfúrico? E se fosse utilizado outro ácido? Muitas seriam as questões a serem levantadas de tal forma que, quanto mais fosse possível exercer criticamente a capacidade de aprender, tanto mais se poderia construir e desenvolver o que Freire chama de “*curiosidade epistemológica*”, sem a qual não se alcança o conhecimento cabal do objeto (Freire, 2009b, p. 25).

A diferença entre as *curiosidades ingênua* e *epistemológica* está, portanto, na forma como o objeto de conhecimento é visto e tratado. A *curiosidade epistemológica* está relacionada ao caminho que permite afastar-se desse objeto, por meio da dúvida e do questionamento da realidade, com vistas a atingir o conhecimento científico ou um “conhecimento com maior exatidão”.

A *curiosidade epistemológica* só será atingida se for possível problematizar o senso comum, por meio de caminhos que permitam ao educando superar a *curiosidade ingênua* e romper com o conhecimento do senso comum. No entanto, isso não significa desrespeitar o conhecimento do educando, ao contrário, quanto mais for possível conhecer e compreender os saberes apresentados pelos educandos,

melhor será a possibilidade de problematizar a realidade em torno deles. O educador não pode desrespeitar a “curiosidade do educando, o seu gosto estético, a sua inquietude, a sua linguagem, mais precisamente, a sua sintaxe e sua prosódia” (Freire, 2009b, p. 59 e 60).

Na Figura 1, apresentamos uma síntese que ilustra o nosso entendimento sobre os aspectos epistemológicos que norteiam o processo de busca pelo saber a partir da pedagogia de Paulo Freire. Partimos da noção freireana de que o saber é sempre incompleto, por isso a necessidade de instigar a sua busca por meio do diálogo entre a *curiosidade ingênua* e a *curiosidade epistemológica* que, quando apresentadas na forma de situações problemas aos educandos, poderão conduzir ao conhecimento científico ou sistematizado.

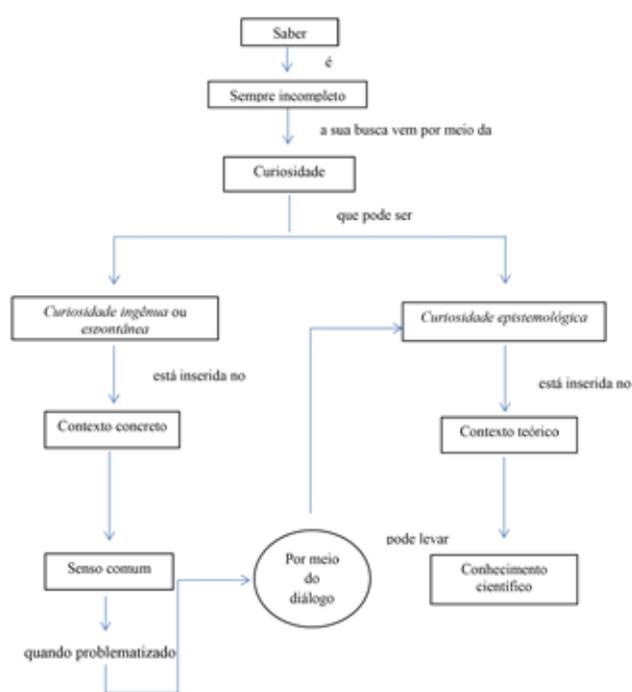


Figura 1: Representação da busca pelo saber.

Para isso ocorrer, são necessárias propostas pedagógicas que priorizem o diálogo e a construção dos conhecimentos a partir da experiência de vida que o educando possui e da leitura que esse faz do contexto ou, como afirma Freire (2009a), da leitura que o educando faz do mundo. Assim, é possível problematizar a *curiosidade ingênua* que pode evoluir à *curiosidade epistemológica*, como via necessária para olhar o contexto com um viés teórico que permita compreendê-lo e transformá-lo.

Nesse processo, a problematização é o princípio norteador de uma pedagogia da pergunta, pois é por meio dela que são promovidos questionamentos sobre determinado aspecto da realidade e a curiosidade que instiga o educando. Cabe ressaltar que pergunta e curiosidade estão entrelaçadas e são fundamentais para que o educando busque o conhecimento, uma vez que “todo o conhecimento começa pela pergunta”

chamada por Freire de “*curiosidade*. Mas a curiosidade é uma pergunta!” (Freire; Faundez, 2002, p. 46).

Desta forma, a busca pelo saber se inicia com a possibilidade de o educando fazer “as perguntas que nos estimulam e estimulam a sociedade. Perguntas essenciais, que partam da cotidianidade, pois é nela onde estão as perguntas” (Freire; Faundez, 2002, p. 48). Em outras palavras, a problematização não é somente a elaboração de perguntas a respeito de determinado assunto, mas é a sistematização de uma reflexão profunda entre educador, educando sobre uma situação problema, com o objetivo de identificar quais conhecimentos se fazem necessários para buscar soluções.

De acordo com Ricardo (2003), o problema não ocorre simplesmente por não sabermos respostas, pois não saber algo é natural. O problema só se torna significativo quando não sabemos respostas sobre algo que necessitamos ou queremos saber.

O posicionamento problematizador que temos discutido será um dos pilares na análise do livro *O Poço do Visconde* e na identificação do potencial pedagógico do livro para o ensino de química.

Um pouco sobre o Visconde e *O Poço do Visconde*

O Visconde é um personagem que em todas as suas ações está diretamente ligado à ciência, desde o seu nascimento apresenta fascínio pelos livros e os estudos. Em várias situações, ao longo de toda a obra infantil, apresenta-se como uma espécie de caricatura do sábio livresco, ou seja, aquele intelectual que tem um saber erudito marcado pela memorização de fatos, nomes e outras “coisas” científicas e sem aparente conexão com a realidade.

Como afirmam vários estudiosos da obra de Monteiro Lobato, o Visconde é a personificação do cientista e da ciência na obra infantil do escritor. Nasce em *Reinações de Narizinho* e, juntamente com Emília, protagoniza as aventuras de *A Reforma da Natureza* e *A Chave do Tamanho*; é o responsável pelos estudos geológicos que permitem a descoberta de poços de petróleo em *O Poço do Visconde*. Em *Aritmética da Emília*, é o responsável por receber o “País-da-Matemática” no circo montado no sítio. É quase impossível discutir sobre ciência na obra de Monteiro Lobato sem refletir sobre a personagem Visconde de Sabugosa – o sabugo científico.

O Visconde é o cientista capaz de promover grandes invenções. Sempre compenetrado em seus estudos, não tem a astúcia da Emília, a ousadia de Narizinho e Pedrinho ou a sabedoria “universal” de Dona Benta, mas está sempre disposto a encarar os desafios do conhecimento e é o exemplo de um dedicado estudioso das ciências.

De acordo com Lajolo e Zilberman (1999), sempre é preciso considerar o momento histórico e as questões

culturais, econômicas e sociais de determinada época para discutir textos literários que estão diretamente relacionados a esses contextos, com a literatura infantil isso não deve ser diferente. Por isso, é importante considerar que na obra de Monteiro Lobato é marcante a presença do positivismo enquanto corrente filosófica em seus livros, refletida no ideário pedagógico, político ou científico do escritor.

Ser positivista no Brasil, no período de 1900 a 1930, segundo Gois Junior (2003), significa ser, sobretudo, um cientificista e acreditar na ciência, não é por menos que a crença no progresso e no poder da ciência como forma de dominar e transformar a natureza sempre estiveram presentes na obra infantil e adulta do escritor. Em texto publicado no jornal *O Estado de São Paulo*, no qual Monteiro Lobato fala da sua crise mental a respeito das influências das diferentes correntes filosóficas em seu pensamento, o escritor deixa clara a importância que dava ao raciocínio científico:

[...] A ciência positiva “prova” e quando há provas, que lugar subsiste para a dúvida? Acostumei-me a aceitar as conclusões da ciência, dispensando-me de experiências pessoais diante da experiência coletiva e convergente dos sábios (Lobato, 1961, p. 222 – 224).

Diante da necessidade de considerar o contexto histórico onde estão inseridas as histórias e a produção literária do escritor, ressaltamos a importância do texto literário como forma de problematizar questões relacionadas à natureza do conhecimento científico e as visões de ciências vinculadas aos personagens, como argumentam Groto e Martins (2015b, p. 394): os textos “poderiam ser utilizados na problematização e na reflexão sobre essas mesmas visões de ciência que veiculam, contribuindo para a construção de visões mais adequadas, menos distorcidas e empobrecidas da atividade científica”.

O Poço do Visconde pode ser considerado um exemplo de abordagem que tem como projeto principal a exploração de petróleo no Sítio do Picapau Amarelo. O tema envolve conhecimentos de geologia, química, física, biologia, além das questões econômicas e políticas pertinentes ao contexto no qual o livro foi escrito, configurando-se em um exemplo interessante de proposta interdisciplinar de ensino.

Monteiro Lobato parece incorporar nessa obra os princípios apontados por Teixeira (2007), ou seja, as crianças vão aprendendo conforme a necessidade aparece e o escritor consegue tornar viável o acesso das crianças a assuntos complexos, respeitando a capacidade cognitiva delas, mas sem vulgarizar o conhecimento científico. O livro é o volume dez da série infantil de Monteiro Lobato, publicado em 1937 (Chiaradia, 2008).

Como afirma Bosi (1982), Monteiro Lobato no campo da literatura infantil é considerado um escritor “absolutamente

revolucionário” e demonstra toda a sua modernidade, inclusive no que se refere aos aspectos educacionais e científicos. O escritor não subestima a inteligência das crianças e, embora as histórias tenham sido escritas para um público infantil, os assuntos abordados são complexos e incluem temáticas antes não consideradas pertinentes a esse tipo de público, tais como: política, economia, filosofia e ciência, todas tratadas com seriedade.

Luciana S. de Oliveira (2011) fez um estudo sobre a perspectiva científica de Monteiro Lobato no livro *O Poço do Visconde*, utilizando referências da História da Ciência e, como parte dos resultados, revela que muitos trabalhos acerca do escritor não fazem a devida contextualização da obra como parâmetro de análise. Como consequência, é comum surgirem manifestações ingênuas e equivocadas a respeito de Lobato, como por exemplo, considerá-lo um “sonhador de forma pejorativa”.

Ora, Monteiro Lobato defendia a necessidade de apresentar às crianças fatos concretos, sem que houvesse a subestimação da condição plena de seu entendimento. Por isso, pode-se afirmar que ele não teve a pretensão de substituir uma obra científica por um texto literário, tampouco diminuir a importância do aprofundamento científico. Pelo contrário, demonstrou que ambos podem caminhar lado a lado; a Literatura como alimento para o interesse científico, um mapeamento para aqueles que almejem especializar-se em ciência, ou ao menos valorizá-la devidamente (Oliveira, 2011, p. 125- 126).

Segundo Santos (2008), a visão sobre as benfeitorias e transformações que o progresso poderia trazer para a sociedade brasileira está exemplificada no livro *O Poço do Visconde*, nas mudanças que ocorrem no sítio e no seu entorno. A ciência alcança a sua plenitude em *O Poço do Visconde* e o escritor evidencia sua defesa de uma educação científica mais significativa e a possibilidade de a criança ser ativa no processo de reconstrução de um novo Brasil, demonstrando que uma ciência aplicada “poderia servir para seus pequenos leitores: por um lado era uma educação científica mais eficaz e próxima destes e, por outro, já sugeria o papel para estes mesmos leitores na construção do Brasil futuro” (Santos, 2008, p. 59).

Cabe destacar que a dimensão do problema no livro *O Poço do Visconde* não está apenas em como ensinar, mas no que ensinar, que é escolhido a partir das necessidades que surgem da problemática em torno da possibilidade de perfurar e explorar o petróleo no sítio, discutidas coletivamente entre as personagens. A temática também incorpora as contradições inerentes a um tema que apresenta interações diretas com as questões sociais, econômicas, políticas e culturais relatadas no livro.

O Visconde, as crianças e a exploração do poço de petróleo: problematizando o ensino

Dona Benta sempre recebia os jornais no sítio e procurava manter-se informada a respeito do que ocorria no Brasil e no mundo. Pedrinho adquiriu o mesmo hábito da avó e logo passou a acompanhar as notícias, lendo os jornais todos os dias, à moda americana, como dizia Narizinho, “de sentar-se com os pés na cara da gente”. O menino andava incomodado com as frequentes notícias sobre a procura de petróleo no Brasil e, como havia aprendido com Dona Benta que petróleo era sinônimo de progresso e garantia de riquezas para uma nação, começou a pensar seriamente sobre o assunto: “- Bolas! Todos os dias os jornais falam em petróleo e nada do petróleo aparecer. Estou vendo que se nós aqui no sítio não resolvermos o problema, o Brasil ficará toda a vida sem petróleo” (Lobato, 1957, p. 2).

O problema central do livro se situa justamente nesse contexto. Pedrinho acredita que existe petróleo no Brasil e o mesmo pode ser explorado no Sítio do Picapau Amarelo. O menino analisa a situação e conclui que “com um sábio da marca do Visconde para nos guiar, com as ideias da Emília e com uma força bruta como a do Quindim, é bem provável que possamos abrir no pasto um formidável poço de petróleo. Por que não?” (Lobato, 1957, p. 2 e 4).

Todavia, como saber se existe petróleo no sítio, se é possível extraí-lo e como fazer tal trabalho? Foi, então, que o menino se lembrou dos boatos da Emília sobre o Visconde, que andava estudando um tratado de geologia encontrado na biblioteca de Dona Benta e, de tanto estudar tinha ficado “com um permanente sorriso de superioridade nos lábios – sorriso de dó da ignorância dos outros. Ele já entende de terra ‘mais que tatu’, dizia a boneca” (Lobato, 1957, p. 2). Assim, o sábio sabugo foi convidado pelo menino para uma consultoria técnica:

– O amigo Visconde já deve estar afiadíssimo em geologia, de tanto que lê esse tratado. Pode, portanto, dar parecer num problema que me preocupa. Acha que poderemos tirar petróleo aqui no sítio?

O Visconde respondeu, depois de cofiar as palhinhas do pescoço:

– É possível sim. Com base nos meus estudos, estamos em terreno francamente oleífero (Lobato, 1957, p. 4).

O Visconde aceitou o desafio de conduzir as investigações geológicas no sítio, mas avisou sobre a necessidade de “abrir um curso de geologia. Sem que todos saibam alguma coisa da história da terra, não podemos pensar em poço. Como já li esta Geologia inteira, proponho-me a ser o professor” (Lobato, 1957, p. 5). Assim foi feito, Pedrinho

“arrumou a sala como um anfiteatro de escola superior” e o Visconde começou suas aulas de geologia.

Em *O Poço do Visconde*, nosso personagem principal, com o uso de sua sabedoria científica, identifica os possíveis locais de extração, disserta sobre as alternativas de uso e refino do petróleo e nunca deixa de explicar o significado de cada passo dado na aventura. Com o seu conhecimento científico, abre as portas para grandes transformações que ocorrem no sítio e em suas redondezas, promovendo a riqueza e a melhoria das condições de vida dos habitantes que ali viviam.

As aulas são conduzidas a partir da curiosidade da turma do sítio em aprender tudo sobre o petróleo. Pedrinho e Narizinho não se cansam de fazer perguntas e a cada resposta do sabugo professor querem saber mais e mais. O Visconde, por sua vez, é um “poço” de sabedoria e não se cansa de falar sobre geologia.

As crianças dão o ritmo das aulas e problematizam a temática principalmente por meio de dúvidas e perguntas. A cada resposta, a curiosidade das crianças aumenta e elas parecem nunca satisfeitas. Como consequência, é comum Pedrinho e Narizinho utilizarem interrogações do tipo: “E por que motivo? Como é isso? Como sabe disso? Mas como? O que fazer? De que modo?” As perguntas denotam um querer saber mais das crianças, com ênfase no desenvolvimento do raciocínio e reflexão sobre o conhecimento apresentado que ilustram a constante tentativa de problematização dos saberes em discussão, por exemplo:

– Que quer dizer ígnea? Indagou Pedrinho. (Lobato, 1957, p. 11)

– E que é sedimentar?

– E as tais rochas orgânicas? – E o tal metamorfismo? – quis saber a menina. (Lobato, 1957, p. 16)

– De que modo a rocha fala das plantas e dos animais? – quis saber Narizinho. (Lobato, 1957, p. 22)

– Que quer dizer matéria orgânica? (Lobato, 1957, p. 25)

– Quer dizer que o petróleo se forma nesse lodo enterrado? (Lobato, 1957, p. 27)

– E que se faz para prevenir que o jorro de petróleo escangalhe com tudo? (Lobato, 1957, p. 54).

A intenção de Lobato era que as crianças fossem protagonistas ativas no processo de construção dos conhecimentos, como pode ser ilustrado na fala da Emília, ao expressar a insatisfação por não entender uma explicação do Visconde sobre protoplasma e a origem da vida: “- Pro-to-plas-ma – repetiu Emília. Explique o que é. *Eu não finjo que sei as coisas*” (Lobato, 1975, p. 23 – grifo nosso).

O Visconde não problematiza, mas conduz as aulas conforme a curiosidade das crianças que parecem ter adquirido a maturidade e o costume de perguntar. Monteiro Lobato,

por meio da Emília, do Pedrinho e da Narizinho, ensinava as crianças leitoras a questionarem o mundo dos adultos e a dizerem: *Por quê?* Talvez, conduzindo as crianças a uma situação semelhante ao que Freire (1983, p. 87) diz em *Pedagogia do Oprimido*, “Nenhuma ‘ordem’ opressora suportaria que os oprimidos todos passassem a dizer: *Por quê?*”.

O entendimento sobre o petróleo perpassa por várias áreas do conhecimento, exigindo que o tema seja abordado por meio de uma perspectiva interdisciplinar. Conforme surge a necessidade, as áreas específicas são introduzidas, por exemplo, no meio da discussão sobre os sedimentos marinhos e a formação do petróleo, o Visconde afirma que os cemitérios de matéria orgânica “têm que ficar incubados, como ovos na incubadeira, sob tais e tais condições; do contrário não saem os pintos do petróleo” (Lobato, 1957, p. 32). Em seguida, Pedrinho pergunta, mas “- Que condições são essas?”.

Nesse momento é necessário refletir sobre o oxigênio e as interações que esse faz com diferentes materiais. Monteiro Lobato mistura o conhecimento científico com expressões que são significativas para as crianças, conforme ilustramos a seguir:

– Uma delas é ficarem isolados das águas. Esse isolamento livra a matéria orgânica de ser devorada por certos seres vivos, os urubuzinhos do mundo pequeno. E também livra da fome insaciável do maior urubu que existe na Natureza, o tal Senhor Oxigênio. Este freguês tem um apetite de cabra. Come tudo quanto encontra, isto é, *oxida* tudo quanto encontra, como dizem os químicos. O oxigênio existe na água e no ar; por isso a matéria orgânica que cai na água, ou está exposta ao ar, estraga-se depressa, desaparece, *oxida-se* – é devorada, em suma, pelo terrível urubu.

– Ah! –exclamou Pedrinho. Então é por esse motivo que não se forma petróleo na matéria orgânica de cima da terra. Está exposta ao ar, entregue à fúria do oxigênio...

[...]

– Também com a matéria orgânica o oxigênio faz a mesma coisa. Oxida-a, enferruja-a, combina-se com o carbono que há nela e solta o hidrogênio. Mas quanto a matéria orgânica fica enterrada e portanto fora de contacto com o oxigênio da água ou do ar, podem acontecer coisas diferentes – como essa de formar-se o petróleo Lobato (1957, p. 32 – 33).

O escritor procura tornar significativos os conceitos que introduz no diálogo com as personagens, como faz na discussão sobre o papel do oxigênio na formação do petróleo. É importante considerar que os conhecimentos apresentados

precisam de uma revisão, pois o livro foi escrito em 1937, assim como a licença literária que o escritor possui para escrever sem a exatidão que exigiria um livro específico de ciências, mas com a preocupação de que é preciso pensar nos conceitos, uma vez que Lobato toma o cuidado de destacar as palavras *oxida* e *oxida-se*.

Nas discussões referentes à formação do petróleo e à constituição da matéria orgânica que dá origem ao mesmo, as crianças chegam a “sufocar” o sabugo de tantas perguntas. O Visconde não explica somente como o petróleo é formado, mas insere informações a respeito das jazidas ao redor do mundo, por exemplo, “Aqui na América do Sul temos os campos petrolíferos de Comodoro Rivadavia, na Argentina, rente ao golfo de S. Jorge” (Lobato, 1957, p. 35). A curiosidade não é mais ingênua, Pedrinho quer saber mais e mais, como expressa na pergunta que faz após o Visconde explicar como os argentinos faziam para procurarem petróleo: “- Está tudo bem, Visconde – disse Pedrinho. Mas eu queria saber como a tal matéria orgânica vira petróleo” (Lobato, 1957, p. 36).

O Visconde tomava fôlego, explicava e mais perguntas apareciam: “- Mas eu quero saber como se faz a passagem do tal lodo de matérias orgânicas para petróleo, reclamou Narizinho” (Lobato, 1957, p. 37). As explicações continuam: “- No laboratório os químicos sabem fazer essa passagem. Já contei a experiência de Engler. Calor de 400 graus e pressão de 20 a 25 atmosferas” (Lobato, 1957, p. 37).

As crianças do sítio não ficam caladas quando não compreendem algo ou ouvem o Visconde falar sobre conceitos ainda não discutidos, como é possível observar na reação que apresentam depois de aparecer o termo atmosfera: “- Espere, Visconde. Vossa Excelência esqueceu de explicar o que é UMA atmosfera. Só falou na atmosfera em geral” (Lobato, 1957, p. 37).

Foi necessário o Visconde alertar as crianças que não seria possível aprofundar mais o assunto: “- Muito bem. Creio que quanto à formação do petróleo basta ficarmos nisto. Meu curso não é para formar especialistas, sim para dar uma ideia geral da coisa” (Lobato, 1957, p. 38). O sabugo professor não se cansa de responder, mas ao alertar que o seu curso não era “para formar especialistas” e de que nada valeria continuar falando de coisas que não seriam inteligíveis às crianças, demonstra a preocupação de Monteiro Lobato com o nível de entendimento das mesmas.

O livro mistura realidade com ficção e apresenta, por meio das personagens, o olhar de Monteiro Lobato. De acordo com Oliveira (2011, p. 124), *O Poço do Visconde* “surgiu no período de efervescência de sua luta pelo petróleo – considerado por Lobato como a mola propulsora do desenvolvimento norte americano. Pode-se considerar a obra como uma (re) construção pseudo-fictícia da realidade brasileira”. Por isso, é comum o Visconde inserir em suas aulas comentários sobre questões econômicas e políticas

que eram pertinentes ao contexto real do período no qual foi escrito o livro, como no trecho em que Narzinho pergunta “- E por que o Brasil também não produz milhões e milhões de barris? Será que não existe petróleo aqui?” (Lobato, 1957, p. 51). A resposta expressa a opinião predominante de Monteiro Lobato na campanha pelo petróleo:

– Não existem perfurações, isso sim. Petróleo o Brasil tem para abastecer o mundo inteiro durante séculos. Há sinais de petróleo por toda parte – em Alagoas, no Maranhão em toda a costa nordestina, no Amazonas, no Pará, em São Paulo, no Paraná, em Santa Catarina, no Rio Grande, em Mato Grosso, em Goiás. A superfície de todos esses estados está cheia dos mesmos indícios de petróleo que levaram as repúblicas vizinhas a perfurar e a tirá-lo aos milhões de barris. Os mesmíssimos sinais...

– Então por que não se perfura no Brasil?

– Porque as companhias estrangeiras que nos vendem petróleo não têm interesse nisso. E como não têm interesse nisso foram convencendo o brasileiro de que aqui, neste enorme território, não havia petróleo. E os brasileiros bobamente se deixaram convencer... (Lobato, 1957, p. 51).

O mesmo ocorreu quando o Visconde começou a falar da produção de petróleo, das reservas e da capacidade de extração diária em barris de petróleo. Ele não deixou de expressar suas esperanças em relação ao Brasil e nas possibilidades de transformações sociais decorrentes da riqueza do petróleo:

– No dia em que tal acontecer e o Brasil passar de comprador a vendedor de petróleo, então deixaremos de ver essa coisa tristíssima de hoje – milhões de brasileiros descalços, analfabetos, andrajosos – na miséria. O Brasil tem todos os elementos para tornar-se um país riquíssimo – mas riquíssimo de verdade, e não, como hoje, apenas rico de “possibilidades” ou de “garganta”.

– Bravos, Visconde! – exclamou Dona Benta. Nem parece que é um sabuguinho que está falando.

– Pudera! – gritou Emília. Num país onde até os ministros não pensam em petróleo, ou quando falam nele é para negar, só mesmo dando a palavra a um sabugo. Viva o Senhor Visconde do Poço Fundo! (Lobato, 1957, p. 62).

A abordagem científica apresentada no livro está intrinsecamente relacionada ao contexto social e político da estória. Trata-se de um dos exemplos presentes no livro que ilustra o texto literário como forma de provocar o leitor a refletir sobre aspectos pertinentes a uma determinada realidade. No caso específico do livro, uma realidade não tão distante,

uma vez que na década de 1930 Monteiro Lobato trabalhava incansavelmente na busca de mostrar que existia petróleo no Brasil, em outras palavras, era um assunto que fazia parte do contexto histórico.

Ao mesmo tempo, como já mencionamos, é uma ficção que apresenta um futuro ainda por vir, na medida em que as descobertas do sítio e as transformações sociais, econômicas e culturais decorrentes do petróleo não existiam de fato. Nesse sentido, o livro permite refletir sobre o contexto histórico, o papel da ciência e tecnologia na sociedade e problematizar a visão de ciência predominante nos tempos de Monteiro Lobato.

O Visconde não tem o senso aplicativo da ciência aguçado, são as crianças que precisam alertar o sábio geológico sobre a necessidade de aplicação dos conhecimentos. Essa etapa se inicia depois que Pedrinho e as outras personagens chegam à conclusão que já seria hora de aplicar aquilo que tinham aprendido e, como o Visconde era um sábio teórico que não se cansava de aprofundar seus conhecimentos científicos, foi necessária uma intervenção do menino:

– O coitado do Brasil cansado de esperar petróleo e este cacetíssimo Visconde a nos injetar noites e noites de ciência! Não quero mais. Chegou o momento de começarmos o poço.

– Mas, como, Pedrinho, se ainda quase nada sabemos de geologia? – objetou a menina.

– Muito bem. Vamos começar o trabalho e o Visconde nos vai ensinando. Lições ao ar livre – fazendo. É fazendo que o homem aprende, não é lendo, nem ouvindo discursos. Eu quero ciência aplicada... (Lobato, 1957, p. 72 – grifo nosso).

Pedrinho é o líder da turma e, logo que o Visconde chega para o início das aulas, o menino avisa: “- Escute, senhor geólogo – disse Pedrinho. Basta de aulas. Fizemos greve. Queremos começar o poço já, já, está ouvindo?” (Lobato, 1957, p. 73). O Visconde arregala os olhos e argumenta que ainda não tinham adquirido uma boa base de conhecimentos geológicos, mas o menino não volta atrás e sugere uma solução metodológica ao Visconde: “- Damos começo ao trabalho e V. Excelência nos vai ensinando pelo caminho, à proporção que os problemas aparecerem” (Lobato, 1957, p. 73).

A ideia de ensinar por meio da necessidade em solucionar problemas que surgem no trabalho de campo, ou seja, quando o Visconde e as crianças saem da “sala de aula” e vão observar e analisar as terras do sítio, deixa evidente a concepção problematizadora do ensino presente no livro, possibilitando discutir com licenciandos em Química, os significados a respeito dessa concepção por meio do texto literário.

Cabe ressaltar que não queremos dizer que o texto literário substitui a leitura de artigos que subsidiam as dimensões

teóricas em torno da concepção problematizadora de ensino, mas, possibilita que essa seja discutida a partir da leitura do livro ao apresentar situações de ensino vivenciadas pelas crianças do sítio. Principalmente porque existem concepções teóricas distintas a respeito do papel do problema no ensino de ciências como, por exemplo, as que apresentam Solino e Gehlen (2015) sobre a Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI).

Os problemas aparecem rapidamente, assim que saem para observação e estudo geológico do pasto. Pedrinho logo fica incomodado, pois “só via capins e capões de mato. Que fazer? Quem não sabe é o mesmo que ser cego. Pedrinho geólogo, sentiu-se totalmente cego” (Lobato, 1957, p. 73). A solução foi recorrer ao professor Visconde e indagá-lo sobre quais seriam os passos que deveriam tomar. O sábio sabugo explica que seria necessário investigar detalhadamente a formação rochosa do local para descobrir se o sítio estaria em cima de um anticlinal, condição esta que indicaria a existência de petróleo.

O desânimo de Pedrinho aumentava, pois novos problemas surgiam: “- Mas como estudar rochas com este raio do capim gordura a esconder a terra inteira?” (Lobato, 1957, p. 74). As perguntas não são ingênuas, mas expressam o que Freire (1995) chama de *curiosidade epistemológica*, uma vez que Pedrinho quer saber quais conhecimentos precisa compreender para conseguir alcançar o “sorriso geológico” do Visconde.

No alto da sua sabedoria, o Visconde ia ensinando os segredos da geologia, explicou que seria necessário encontrar barrancos, por isso conduziu as crianças para uma “barreira” existente no sítio. Mais uma vez, as crianças se espantaram. Ao avistarem o barranco o Visconde abriu um sorriso, mas como sorrir diante de um “barranco feio como todos os mais?”.

– Que gosto é esse, Visconde? – perguntou Emília.

– Ah, o sorriso que tenho nos lábios é um sorriso geológico – o sorriso de quem sabe, olha, vê e compreende. Este barranco é para mim um livro aberto, uma página da história da terra na qual leio mil coisas interessantíssimas (Lobato, 1957, p. 75-76).

O Visconde conduzia as aulas práticas, ensinando o raciocínio científico às crianças. Ele dizia que era importante observar, analisar, comparar e fazer deduções a respeito dos dados que iam acumulando ao longo do caminho. Por exemplo, logo que terminaram os estudos sobre o barranco, ele disse:

– Muito bem. Temos agora de examinar aquele corte da estrada que vai para a fazenda do Coronel Teodorico.

– Para quê?

– Para ver se as camadas de lá têm correspondência com estas. Se tiverem, poderemos tirar algumas deduções interessantes (Lobato, 1957, p. 82).

As conclusões foram animadoras e confirmaram as hipóteses iniciais do Visconde:

– Exatamente o que eu esperei! – disse ele ao examinar o corte. As camadas que estudamos no barranco têm sua continuação aqui. Cá está a camada de arenito, e a de conglomerado, e a de argila, com a única diferença da direção. No barranco as camadas subiam; aqui descem. Isto prova o que imaginei: estamos em cima dum anticlinal já em grande parte destruído pela erosão (Lobato, 1957, p. 83).

As aulas surtiam efeito e as crianças aprendiam geologia e começavam a compreender os motivos científicos que levaram o Visconde a sorrir. Tanto que, depois de realizarem os estudos geológicos das terras do sítio e encontrarem o local onde deveria haver petróleo, Pedrinho não se conteve e disse:

– Que engraçado! – exclamou Pedrinho. Agora compreendo o riso do Visconde depois que deu para estudar geologia. Como tudo se esclarece! Como fica interessante! Aquele barranco e este corte nunca me fizeram vir à cabeça a menor ideia. Agora já me falam, dizem coisas, contam pedaços da vida da terra. Que engraçado!... (Lobato, 1957, p. 83 e 84).

Cada vez mais as crianças sabiam sobre o petróleo, mas também descobriam que podiam saber mais sobre o tema, caso fossem instigadas suas curiosidades. As dúvidas já não eram tão simples e surgiam baseadas naquilo que tinham aprendido, como demonstrado na preocupação de Pedrinho:

– Uma coisa anda me preocupando, Visconde – disse ele. Estou vendo que os tais estudos geológicos só são possíveis quando há muitos barrancos e buracões. E quando não há nada disso? Quando o terreno é todo uma planície imensa, recoberta de vegetação?

– Bom, aí o geólogo não pode ver nada e portanto não pode tirar conclusões. Tem de “pedir água.”

– A quem?

– À geofísica.

– Que é isso?

– Geofísica é a ciência de ver, apalpar, medir as rochas que estão lá no fundo.

– Ver, como, se estão lá no fundo?

– Ver é um modo de dizer. Em vez de ver eu devia ter dito adivinhar. A geofísica consiste na aplicação

de uns tantos princípios da física, por meio dos quais os sábios adivinham o que não podem ver, nem apalpar. Espécie de raios X do fundo da terra [...] (Lobato, 1957, p. 87).

Depois que “tiveram de ver no chão se realmente existiam todas as condições favoráveis para a existência do petróleo, o sabuguinho científico começou a mostrar exigências excessivas” (Lobato, 1957, p. 97). Aos poucos, o Visconde foi se entusiasmando com os estudos teóricos sobre geologia. As crianças não perderam tempo e convocaram nova greve, com medo de ficarem presas às teorias sem previsão de aplicação dos conhecimentos científicos.

– [...] Porque nesta toadinha do Visconde ficamos toda a vida a estudar coisas dos livros e nada de perfuração. Nosso Visconde é livresco demais. Temos que declarar greve. Topam?

– Topamos – concordaram as duas, também já cansadas de ciência teórica (Lobato, 1957, p. 97).

O Visconde bem que tentou argumentar dizendo que ainda precisavam acabar o estudo geológico do terreno e fazer o estudo geofísico, mas a maioria venceu e mais uma vez convenceram o sabugo científico a tornar sua ciência útil e prática. O faz-de-conta da Emília entrou em ação: “- Faz de conta que foram feitos por uns sábios da Alemanha que mandamos vir, não acha, Pedrinho?” (Lobato, 1957, p. 98), disse a boneca sobre os estudos indicados pelo Visconde.

Após o faz de conta da Emília, Pedrinho fez as marcações de onde deveria ser feita a perfuração do poço de petróleo, baseado nas sugestões dos sábios alemães. Ao terminar, perguntou ao Visconde se estava tudo correto:

O sabugo geológico respondeu, depois de alisar as palhinhas do pescoço, que não havia nenhuma objeção a fazer.

– Então, pronto! – gritou Pedrinho. Hurra! Hurra! Hurra! O principal está feito: marcar cientificamente o lugar exato onde abrir a perfuração. O resto é canja.

Mas apesar de ser canja, Pedrinho engasgou. Não sabia o que fazer depois da marcação do ponto certo. Teve de recorrer ao Visconde (Lobato, 1957, p. 99).

A necessidade de saber mais continua sendo a base da busca pelo conhecimento, por exemplo, após a demarcação científica do local para abrir a perfuração do poço “Pedrinho engasgou. Não sabia o que fazer depois da marcação do ponto certo. Teve de recorrer ao Visconde” (Lobato, 1957, p. 99).

O Visconde colocou em prática os seus conhecimentos, listou os equipamentos e especialistas necessários para o início dos trabalhos, obtidos por meio do eficiente faz-de-conta da Emília que tornava tudo possível. As dúvidas e as

curiosidades de Pedrinho não cessavam e ele acompanhava de perto todos os procedimentos realizados por Míster Kalamazoo, demonstrando o amadurecimento conceitual que alcançava sobre o petróleo.

Quando o sistema de perfuração teve que ser trocado, o menino ficou intrigado com a broca rotativa escolhida pelo americano. O menino queria saber como a broca perfuraria as rochas, pois tinha observado que a mesma não tinha dentes ou cortes como as brocas normais. Trata-se de mais um exemplo que ilustra a curiosidade nunca satisfeita de Pedrinho, assim como a sua importância no processo de sistematizar o conhecimento científico:

Tudo arrumado, a broca rotativa desceu ao fundo do poço e foi posta em movimento. Começou a girar sobre si mesma. Um silêncio. Acabara-se o pum-pã do trépano. [...]

– Mas como desce? Como a broca perfura? – pensava ele consigo. Se é um simples cano de aço, sem dentes, sem corte, sem nada, como podia corroer a rocha? Mistério. Não conseguindo por si mesmo resolver o enigma, apelou para o Visconde.

– É o seguinte – explicou o sabuguinho científico: Míster Kalamazoo, quando a broca vai começar a trabalhar, despeja no fundo do poço um punhado de aço granulado.

– Que aço granulado é esse?

– Uns carocinhos dum aço duríssimo, assim do tamanho de chumbo de caçar paca. A broca vai comprimindo esse aço granulado contra a rocha e a esfarela.

– Ah! Isso sim! – exclamou o menino com o rosto iluminado. Eu até já estava com dor de cabeça de tanto parafusar no assunto. Aço granulado, sim... (Lobato, 1957, p. 129).

O potencial do livro para promover reflexões sobre a humanidade e o resgate de valores, conforme discute Candido (1995) também está presente em *O Poço do Visconde*. Sempre que possível, o escritor insere questões que provocam o pensar sobre valores humanos, por exemplo, a preocupação com o próximo e os problemas sociais, conforme ilustramos com o trecho em que as personagens discutem sobre as casas dos operários que trabalham na perfuração do petróleo:

– Bom. Água e lenha já temos – disse ele. Agora é preciso que você, Narizinho, se encarregue das casas e do barracão para as máquinas.

A menina também aplicou o faz-de-conta, de modo que num instante surgiu da terra um excelente barracão de madeira, com telhado de zinco, para as máquinas; e cem metros dali uma série de casas para

operários, muito bonitas e higiênicas, tão bonitas que Pedrinho achou demais.

– Demais, não! – protestou ela. Quanto melhor acomodarmos nossos homens, melhor eles trabalham. Não concordo com o sistema de tratar os operários como se fossem pedras insensíveis. As casinhas têm tudo dentro – até geladeira e rádio... (Lobato, 1957, p. 100).

Os conhecimentos químicos sobre o petróleo tais como os que se referem à composição, ao refino e às possibilidades de uso dos produtos obtidos no processo, surgem na medida em que é possível abordá-los de tal forma que possam ser significados pelas crianças. Claro que não é a intenção do escritor ensinar com detalhes determinados processos químicos e propriedades de alguns materiais, pois seria incompatível com estágio cognitivo do leitor e das personagens. A discussão sobre os aspectos econômicos que sustentam a iniciativa de refinar o petróleo é um exemplo que pode ilustrar o tipo de abordagem que discutimos:

– Porque o petróleo bruto – disse ele – só serve para queimar. Mas se o refinarmos, obteremos uma porção de produtos de muito valor, como a gasolina, a querosene, o supergás, o óleo combustível, o óleo lubrificante, as parafinas, as vaselinas, o asfalto, o coque de petróleo e mais numerosos produtos de menor importância. Os petróleos brutos variam muito. Uns são bastante ricos em produtos voláteis; outros não dão produtos voláteis; outros só dão produtos voláteis, como o de Montechino, na Itália, que rende 95 por cento, de gasolina e querosene.

– Noventa e cinco por cento? – admirou-se Pedrinho. Então é quase todo ele gasolina e querosene...

[...]

– Que mina! E como se faz para refinar?

– O petróleo bruto é uma mistura de vários hidrocarbonetos diferentes, uns gasosos, como o metano que vem dissolvido nos líquidos; outros líquidos; outros sólidos, como a parafina. A refinação é o processo que separa os vários hidrocarbonetos.

– Em que consiste?

– Cada um desses hidrocarbonetos, cuja mistura forma o petróleo bruto, tem a sua temperatura própria de ebulição.

– Ebulição é fervura, não é?

– Sim. Ebulição é o ponto em que os líquidos começam a ferver e a evaporar-se. Ora, esses hidrocarbonetos do petróleo bruto fervem desde 35 até 600 graus (Lobato, 1957, p. 178 e 179).

Podemos notar que as noções sobre a constituição do petróleo e o processo necessário para promover a separação dos componentes que constituem o mesmo são apresentadas no momento em que é pertinente mostrar às crianças que o valor comercial do petróleo é maior, na medida em que seja possível comercializar os seus componentes de forma individual, por exemplo, o caso da gasolina e do querosene.

Nossa discussão sobre a presença da curiosidade como componente pedagógico e epistemológico no livro *O Poço do Visconde* não esgotam as possibilidades de leituras a respeito da proposta pedagógica que emerge do livro. Oliveira (2011), por exemplo, dedica uma parte de sua tese a tecer discussões sobre a presença do ideário do Movimento da Escola Nova e apresenta conclusões que coincidem com a leitura que fizemos da obra. De acordo com Oliveira (2011, p. 89):

Desde a ocorrência do primeiro serão, é possível perceber a presença da liberdade estabelecida entre o professor, Visconde, e seus alunos, os moradores do sítio, para contribuir com o processo ensino-aprendizagem. Por meio dos diálogos há a abertura para questionamentos, colocações e suposições, uma atitude adversa ao modelo empregado nas escolas tradicionais.

Algumas considerações

O futuro professor de química precisa, no âmbito da sua formação, discutir aspectos relacionados à prática pedagógica, como: a compreensão de diferentes concepções de ensino e aprendizagem, o uso de metodologias de ensino compatíveis com as necessidades formativas dos alunos, a elaboração de abordagens conceituais de acordo com os níveis cognitivos dos alunos, entre outros. Normalmente, tais discussões ocorrem em disciplinas consideradas pedagógicas tais como: Prática de Ensino de Química, Estágio Supervisionado, Instrumentação para o Ensino de Química, Metodologia para o Ensino de Química e Projetos em Ensino de Química.

O Poço do Visconde ilustra bem algumas características da postura pedagógica de Monteiro Lobato, tais como a valorização do saber por meio da prática, o aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem, o saber movido por meio de temas significativos nos quais o conhecimento surge como necessidade de resposta a uma determinada pergunta ou problema a ser resolvido. Assim como apresenta características relacionadas à possibilidade de promover aspectos humanos em discussões onde a ciência se faz presente, por meio da fala e ação de personagens inseridos em contextos que revelam aspectos não visíveis em textos específicos de ciência.

Cabe ressaltar que o texto literário não deve ser utilizado de forma utilitarista e nada substitui a leitura do livro e a

experiência que podemos ter, por meio da imersão no âmago do texto, da história e da completude da obra. Entretanto, como os livros de Monteiro Lobato, em geral, apresentam capítulos curtos, na maioria das vezes, com temáticas que podem ser problematizadas sem se configurar num recorte que desestime a leitura completa do livro, entendemos que os mesmos podem ser utilizados nas disciplinas pedagógicas das licenciaturas em Química, como textos geradores de discussões a respeito dos aspectos didáticos, metodológicos e práticos do ensinar química.

A análise que fizemos, também permite interpretar que a leitura de *O Poço do Visconde* pode potencializar discussões a respeito do significado de *curiosidade ingênua* e *epistemológica* na pedagogia de Paulo Freire e o papel delas no processo de ensino e aprendizagem, assim como permite destacar uma proposta de ensino de conceitos específicos de ciências a partir de um tema gerador de interesse às crianças do sítio – o petróleo – e a importância da problematização em uma pedagogia que privilegia a dúvida e a pergunta, conforme discutimos nos pressupostos pedagógicos e epistemológicos de Paulo Freire.

Como já mencionamos no caso específico do livro *O Poço do Visconde*, encontramos vários elementos importantes para discussão a respeito da ciência, do seu ensino, do seu fazer e da sua relação com a sociedade a partir das diferentes visões, posturas e atitudes em relação à ciência e ao conhecimento científico que cada uma das personagens apresenta nas histórias do escritor. Por isso, entendemos que *O Poço do Visconde* pode potencializar discussões pedagógicas sobre o ensino de química no contexto da formação de professores.

Por fim, consideramos que as pesquisas centradas no estudo das relações entre literatura e ciência, também devem avançar no sentido de promover investigações sobre o uso de textos literários no contexto da formação inicial de professores e na Educação Básica, no sentido de desenvolver e avaliar formas de trabalhar o texto nas aulas de química e analisar a recepção dos licenciandos e alunos do Ensino Médio com relação à literatura.

Referências

- ABREU, T.M.C.S.N. de. *Um Lobato educador: sob o prisma da fecundidade da obra infantil lobatiana*. Dissertação de Mestrado – UFPE: Recife, 2004.
- ALMEIDA, M.J.P.M. de e SILVA, Henrique. C (organizadores). *Linguagens, leituras e Ensino da Ciência*, Campinas: Mercado das Letras, 1998.
- ANDRADE, I.B. de; MARTINS, I. Discursos de professores de ciências sobre leitura. In: *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Jaboticatubas, 2004.
- APÓSTOLO NETTO, J. O discurso científico no livro 'A Chave do Tamanho' de Monteiro Lobato. *Pós-História*, Assis, n. 4, 1996.

- ARAPIRACA, M.A. *Prólogo de uma Paidéia Lobatiana fundada no fazer lúdico e especulativo: A chave do tamanho*. Tese de Doutorado – UFBA: Salvador, 1996.
- BOSI, A. Lobato e a criação literária. *Boletim Bibliográfico da Biblioteca Mário de Andrade*, V. 43, N. 1, Jan. – Jun., 1982, SP, Departamento de Bibliotecas Públicas.
- BRAYNER, F.H.A. Como salvar a educação (e o sujeito) pela literatura: sobre Philippe Meirieu e Jorge Larrosa, *Revista Brasileira de Educação*, No. 29, Maio/Jun/Jul/Ago, 2005.
- CAMENIETZKI, C.Z. *O Saber imponente: estudo da noção de ciência na obra infantil de Monteiro Lobato*. Dissertação de Mestrado – FGV: Rio de Janeiro, 1988.
- CANDIDO, A. O direito à literatura. *Vários escritos*. 3. ed. São Paulo: Duas Cidades, 1995.
- CANETTI, E. *Uma luz em meu ouvido*. São Paulo: Ed. Companhia das letras, 1989.
- CARDOSO, R.D. *Monteiro Lobato: entre o pedagógico e o estético*. Tese de Doutorado. UNESP: Assis, 2007.
- CARVALHO, F.A. de. *Outros... Com textos e passagens: traços biológicos em obras de Monteiro Lobato*. Dissertação de Mestrado – Unicamp: Campinas, 2002.
- CATINARI, A.F. *Monteiro Lobato e o projeto de educação interdisciplinar*. Dissertação de Mestrado – UFRJ: Rio de Janeiro, 2006.
- CECCANTINI, J.L.; MARTHA, A.A.P. (Organizadores). *Monteiro Lobato e o leitor de hoje*, São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008.
- CHIARADIA, K. *O poço do Visconde: o faz-de-conta quase de verdade*. In LAJOLO, M.;
- DEYLLLOT, M.E.C. *Ler Palavras, Conceitos e o Mundo: o desafio de entrelaçar duas culturas em um convite à física*. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo, 2005.
- FERREIRA, J.C.D. *Aproximação entre a obra de Júlio Verne e o Ensino de Física*. Dissertação de Mestrado – UNESP: Presidente Prudente, 2011.
- FLÔR, C.C. *Leitura e formação de leitores em aulas de química no Ensino Médio*. Tese de Doutorado – UFSC: Florianópolis, 2009.
- FRANCISCO JÚNIOR, W.E. Estratégias de leitura e educação química: que relações? *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 4, novembro, 2010.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 13. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- _____. *À Sombra desta mangueira*. São Paulo: Editora Olho d'água, 1995.
- _____. *Por uma pedagogia da pergunta*, Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 5. ed. 2002.
- _____. *A importância do ato de ler: em três artigos que se completam*, São Paulo: Editora Cortez, 50. ed. 2009a.
- _____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*, São Paulo: Paz e Terra, 39. ed, 2009b.
- GALVÃO, C. Ciência na literatura e literatura na ciência. *Interacções*, N° 3, 2006. Disponível em <http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/C3.pdf>. Acesso em 21 de agosto de 2009.
- GOIS JUNIOR, E. Higienismo e positivismo no Brasil: unidos e separados nas campanhas sanitárias (1900 – 1930). *Dialogia*, 2, 21-32, 2003.

- GOMES, E.F. *O romance e a teoria da relatividade: a interface entre literatura e ciência no ensino de física através do discurso e da estrutura da ficção*. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo, 2011.
- GONÇALVES, F.P. Experimentação e literatura: contribuições para a formação de professores de química. *Química Nova na Escola*, Vol. 36, N° 2, p. 93-100, 2014.
- GROTO, S.R. *Literatura de Monteiro Lobato no ensino de ciências*. Dissertação de Mestrado, Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.
- GROTO, S.R.; MARTINS, A.F.P. Monteiro Lobato em aulas de ciências: aproximando ciência e literatura na educação científica. *Ciência & Educação*, Bauru, V.21, p. 219 – 238, 2015a.
- _____. A literatura de Monteiro Lobato na discussão de questões acerca da natureza da ciência no ensino fundamental. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, V.17, N.2, p. 390 – 413, Maio-Ago., 2015b.
- LOBATO, M. *Obras Completas de Monteiro Lobato – O Poço do Visconde*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1957.
- _____. *Conferências, Artigos e Crônicas. Obras Completas de Monteiro Lobato*. São Paulo: Editora Brasiliense, 1961.
- MACEDO, V.L.V de. *O faz-de-conta de Jean Piaget na literatura de Monteiro Lobato*. Belo Horizonte: Cuatiara, 1996.
- MASSI, L.; SANTOS, G.R. dos; FERREIRA, J.Q.; QUEIROZ, S.L. Artigos científicos como recurso didático no ensino superior de química. *Química Nova*, v. 32, n. 2, p. 503-510, 2009.
- NUNES, L.A. A literatura infantil de Monteiro Lobato e o ideário escolanovista. *Revista de Iniciação Científica da FFC*, v. 4, n. 2, 2004.
- OLIVEIRA, N.R. *A presença do teatro no Ensino de Física*. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo, 2004.
- OLIVEIRA, A.A. *Física e Ficção Científica: desvelando mitos culturais em uma educação para a liberdade*. Dissertação de Mestrado – USP: São Paulo, 2011.
- OLIVEIRA, L. S. de. *A perspectiva científica de Monteiro Lobato na obra O poço do Visconde: um estudo à luz da História da Ciência*. Tese de Doutorado – PUC/SP, São Paulo: 2011.
- PEREIRA, R.B. *Memórias do Visconde de Sabugosa*, Dissertação de Mestrado – UNICAMP, Campinas, 2006.
- PIASSI, L.P. *Contatos: a ficção científica no Ensino de Ciências em um contexto sociocultural*. Tese de Doutorado – FEUSP: São Paulo, 2007.
- _____. A perspectiva sociocultural da física nos romances de ficção científica de Arthur Clarke, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, 2011.
- PINTO, G.A. *Divulgação científica como literatura e o ensino de ciências*. Tese de Doutorado – FEUSP: São Paulo, 2007.
- PINTO NETO, P.C. *Ciência, Literatura e Civilidade*. Tese de Doutorado – UNICAMP: Campinas, 2001.
- _____. Júlio Verne: o propagandista das ciências. *Ciência & Educação*, n. 12, dezembro, 2004.
- _____. A Química Segundo Primo Levi. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba, 2008. Disponível em <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0880-1.pdf>. Acesso em 21 de agosto de 2009.
- PORTO, P.A. Augusto dos Anjos: ciência e poesia. *Química Nova na Escola*, n. 11, maio, 2000.
- PORTO, P.A.; LAKATOS, V.K.; TIEDEMANN, P.W. Primo Levi and The Periodic Table: Teaching Chemistry using a Literary Text. *Journal of Chemical Education*, v. 84, n. 5, maio, 2007.
- SANTOS, G.R; QUEIROZ, S.L.; SÁ, L.P. Uso de artigos científicos em uma disciplina de Físico-química. *Química Nova*, v. 29, n. 5, p. 1121-1128, 2006.
- RICARDO, E.C. Problematização a contextualização no ensino das ciências: acerca das ideias de Paulo Freire e Gérard Fourrez. In: *Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2003.
- QUEIROZ, S.L; SÁ, L.P. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, v. 30, p. 2035-2042, 2007.
- SALOMÃO, S.R. *Lições de Botânica: um ensaio para as aulas de ciências*, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, UFF, 2005.
- SANTOS, Elisângela da Silva. *Monteiro Lobato e suas seis personagens em busca da nação*. Dissertação de Mestrado – UNESP: Marília, 2008.
- SANTOS, T.P. dos. *Concepções de Ciência nas Obras de Monteiro Lobato: mapeamento e análise de termos científicos no livro Serões de Dona Benta*. Dissertação de Mestrado – UNESP: Bauru, 2011.
- SCAVONE, A.C. Reflexos do Positivismo em A Chave do Tamanho. In: *Letras de Hoje*, n. 43, Rio Grande do Sul: PUC, março, 1981.
- SILVA, C.S. da. Poesia de Antônio Gedeão e a formação de professores de química. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 2, maio, 2011.
- SOLINO, A.P.; GEHLEN, S.T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação, *Ciência & Educação*, Bauru, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.
- TEIXEIRA, A.S. *Pequena introdução à filosofia da educação: a escola progressiva ou a transformação da escola*, Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2007.
- TEIXEIRA JÚNIOR, J.G.; SILVA, R.M.G. da. Perfil de Leitores em um curso de Licenciatura. *Química Nova*, v. 30, n. 5, 1365-1368, 2007.
- VALENTE, T.A. *Uma chave para A chave do tamanho de Monteiro Lobato*. Dissertação de Mestrado – UNESP: Assis, 2004.
- VIERNE, S. Ligações tempestuosas: a ciência e a literatura. In: CORBOZ, A. et al. *Ciência e imaginário*. Brasília: Editora da UnB, 1994. Tradução de: Ivo Martinazzo.
- ZANETIC, J. Literatura e cultura científica. In: ALMEIDA, M.J.P.M. de; SILVA, H.C. da (orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas: Mercado de Letras; Associação de Leitura do Brasil – ALB, 1998.
- _____. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-Posições*, v. 17, n. 1 (49) - janeiro/abril, 2006.

Gostaríamos de agradecer os assessores que colaboraram, ao longo de 2016, emitindo pareceres sobre os artigos submetidos para publicação em Química Nova na Escola:

Acácio Alexandre Pagan	Eva T. Boff	Maria Ângela Vasconcelos Almeida
Adalgisa Rodrigues de Andrade	Evangelina Maria Brito de Faria	Maria Arminda Pedrosa
Adriana Lopes Leal	Fabiana Roberta Gonçalves e Silva	Maria da Graça Nascimento
Adriana Vitorino Rossi	Fabiele Cristiane Dias Broietti	Maria do Carmo Galiuzzi
Agnaldo Arroio	Fábio Merçon	Maria Helena Roxo Beltran
Aguinaldo Robinson de Souza	Fábio Peres Gonçalves	Maria Margarida Machado
Agustina Echeverria	Fernanda Franzolin	Marlon Soares
Alice Ribeiro Casimiro Lopes	Flávia C. G. C. Vasconcelos	Martha Marandino
Alzir Batista Azevedo	Flávia Maria Teixeira Santos	Mauro Bertotti
Ana Carla Beja	Francis Musa Boakari	Miguel Jafelicci Junior
Ana Cláudia Kasseboehmer	Francislê Neri Souza	Moisés Alves Oliveira
Ana Luiza Quadros	Gilson de Freitas Silva	Nadja P. dos Santos
Ana Regina e Souza Campello	Guaracira Gouvêa	Nara Regina de Souza Basso
Analice Almeida Lima	Guilherme Andrade Marson	Neide Maria Michellan Kiouranis
André Amaral Gonçalves Bianco	Guimes Rodrigues Filho	Nyuara A. S. Mesquita
André Formiga	Helder Eterno Silveira	Odete Pacubi Baierl Teixeira
Andréa Horta Machado	Hélio de Mattos Alves	Orlando Fatibello-Filho
Anelise Maria Regiani	Henrique E. Toma	Orliney Maciel Guimarães
Angela F. Campos	Hueder Paulo Moisés de Oliveira	Osmair Benedito da Silva
Anna Maria Canavarró Benite	Ivoni Freitas-Reis	Otávio Aloisio Maldaner
Anna Maria Pessoa de Carvalho	Jackson Gois da Silva	Ourides Santin Filho
Antônio Carlos Bender Burtoloso	Jane Raquel Silva de Oliveira	Patrícia F. L. Machado
Antônio Carlos de Oliveira Guerra	Joana de J. de Andrade	Paula Macedo Lessa dos Santos
Antônio Francisco Carrelhas Cachapuz	João Batista Marques Novo	Paulo A. Porto
Antônio Rogério Fiorucci	João Rufino Freitas Filho	Paulo Pinheiro Pinheiro
Ariane Baffa Lourenço	Joaquim A. Nobrega	Paulo Rogerio Miranda Correia
Arnaldo Alves Cardoso	José Cláudio Del Pino	Rafael Cava Mori
Attico Inácio Chassot	José de Alencar Simoni	Reginaldo Alberto Meloni
Bayardo B. Torres	José Gonçalves Teixeira Júnior	Rejane Maria Ghisolfi Silva
Caio Márcio Paranhos da Silva	José Luis de P. B. Silva	Renata Hernandez Lindemann
Camila Silveira da Silva	José Nunes Júnior	Ricardo Gauche
Carlos Alberto Lombardi Filgueiras	José Otavio Baldinato	Roberto Ribeiro da Silva
Carlos Alberto Marques	Julio Carlos Afonso	Rochele de quadros Loguercio
Carlos Frederico Bernardo Loureiro	Kátia Aparecida da Silva Aquino	Rosana Giacomini
Carlos Roberto de Menezes Peixoto	Laís dos Santos Pinto	Rose Mary Latini
Carmem Lúcia Costa Amaral	Lea da Silva Veras	Rosenira Serpa da Cruz
Carmen Fernandez	Lenir Basso Zanon	Saete Linhares Queiroz
Carmen Silvia da Silva Sá	Leonardo de Araújo e Mota	Selma Elaine Mazzetto
Cassius V. Stevani	Luciana Massi	Sérgio Henrique Bezerra de Sousa Leal
Clelia Mara de Paula Marques	Luciana Nobre de Abreu Ferreira	Sérgio Paulo Campana Filho
Cristhiane Carneiro Cunha Flôr	Luciana Passos Sá	Sergio R A Leite
Daniel . Perdigão-Nass	Luciana Zaterka	Sheila Rodrigues Oliveira
Daniela Gonçalves de Abreu	Luiz Augusto Rezende	Sidnei Quezada Meireles Leite
Edemar Benedetti Filho	Luiz H. Ferreira	Silvia Elisabeth Miranda de Moraes
Edênia Maria Ribeiro do Amaral	Mara Elisa Fortes Braibante	Simara Maria Tavares Nunes
Eder Pires de Camargo	Marcelo Brito Carneiro Leão	Tania Denise Miskinis Salgado
Edilson Moradillo	Marcelo Firmino de Oliveira	Tathiane Milaré
Edson José Wartha	Marcelo Giordan	Tatiana Galieta
Edson Luiz Lindner	Marcelo Lambach	Vânia Galindo Massabni
Eduardo Bessa Azevedo	Marcelo Leandro Eichler	Vania Gomes Zuin
Eduardo Galembeck	Marcelo Nalin	Waldmir Nascimento de Araujo Neto
Eduardo Luiz Dias Cavalcanti	Marcelo P. da Silveira	Wellington Francisco
Elaine Pavini Cintra	Marcia Borin Cunha	Wilhelm Martin Wallau
Elisa Prestes Massena Massena	Márcia H. M. Ferraz	Wilmo Ernesto Francisco Junior
Eloi Teixeira César	Márcia Murta	
Emília C. de O. Lima	Marco Antonio Bueno Filho	

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços inclusos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses): AMBROGI, A.; LISBÔA, J.C. e VERSOLATO, E.F. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J.C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H.E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C.C. E NÓBREGA, J.A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.sbq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.sbq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.sbq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBCE e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricos e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 15

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Otavio Aloísio Maldaner (Unijui)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Moisés Alves de Oliveira (UEL)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

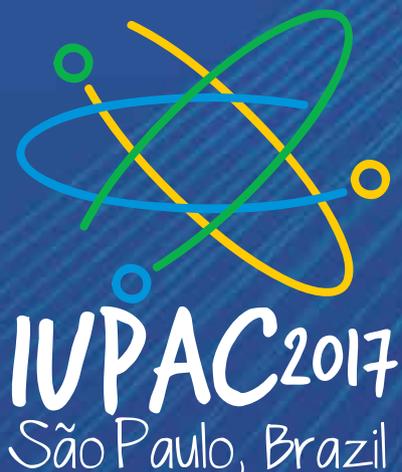
Limite de páginas: 10

● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Editoria

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves. Limite de páginas: 30 a 40.

#IUPAC2017



46th World Chemistry Congress & 49th General Assembly

SAVE THE DATE

July 9 – 14, 2017

WTC Convention Center
São Paulo - SP

For the first time in South America, we can bring an entire continent of chemists closer to the global IUPAC community.

[f /iupac2017](#) | [i /iupac2017](#) | www.iupac2017.org

Realização:



tabelas periódicas da SBQ

Todas as informações de que você precisa em uma única tabela

Formatos A4, para uso pessoal
(29,7 cm x 21,0 cm,
impressão no verso),
e de parede (65 cm x 96 cm).

Coloridas e laminadas!

Tamanho A4

Avulsa R\$ 2,50

Pacotes com 50 R\$ 110,00

Pacotes com 100 R\$ 190,00

Pacotes com 200 R\$ 340,00

Pacotes com 500 R\$ 720,00

Pacotes com 1000 R\$ 1.200,00

Tamanho de parede

Avulsa R\$ 15,00

De acordo com as últimas recomendações da IUPAC

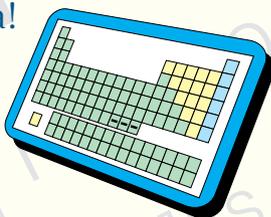
Classificação Periódica dos Elementos

Mouse pad com a tabela periódica!

Preço por unidade:

R\$ 5,00.

*grande quantidade, consulte preço



Edições especiais para colégios,
cursinhos, etc. Consulte-nos!

camisetas da SBQ

Vista a 'camisa' da química com as camisetas da SBQ. São sete modelos exclusivos!
Cores: branca (algodão), e cinza (algodão + sintético), em tamanhos P, M, G e GG.

Logomarca da SBQ



Logomarca grande, centralizada.

Estampa em prata e azul sobre branco.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em prata e azul sobre branco.



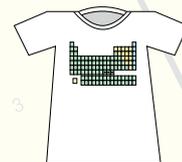
Logomarca grande, centralizada. Estampa em azul sobre cinza.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em azul sobre cinza.



Estampa com os dizeres "Sou Pura Química" em vermelho sobre cinza.



Estampa colorida mostrando a tabela periódica - números atômicos e símbolos.

Preços por unidade*: na sede da SBQ R\$ 20,00.

*grandes quantidades, consulte preços

Adquira os produtos da SBQ

Na sede da SBQ: Av Prof. Lineu Prestes, 748, Instituto de Química da USP (bloco 3 - superior), Cidade Universitária - São Paulo (SP)

Pelo Correio*: Sociedade Brasileira de Química, C.P. 26037, 05599-970 São Paulo - SP

*Para saber o valor de envio pelo correio, por favor, consulte-nos.

Informações: Fone (11) 3032-2299, Fax: (11) 3814-3602, E-mail: sbqsp@iq.usp.br