química nova na escola

IUPAC 2017
São Paulo, Brazil

VOLUME 38

Nº 3, AGOSTO 2016

200 A Tecelagem Huni Kuin e o Ensino de Química
M. A. M. Silva, A. S. Falcão, M. S. Silva e A. M. Regiani

208 O Laboratório de Ciências e a Realidade dos Docentes das Escolas Estaduais de São Carlos-SP
T. Y. I. Andrade e M. B. Costa

215 Os alambiques no Brasil colônia: uma proposta de abordagem histórica e social no ensino de ciências
H. E. Gandolfi, T. Z. B. Aragão e S. F. de M. Figueirôa

224 Ensino de Bioquímica e Formação Docente: Propostas de Projetos Voltados para o Ensino Básico, Desenvolvidos por Estudantes de Licenciatura
L. D. M. Matta e L. Sodré Neto

230 A Camisinha como Artefato Tecnológico no Ensino de Química
J. N. D. Swiech

237 Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa
R. M. Silva, R. C. Silva, M. G. O. Almeida e K. A. S. Aquino

244 A Educação de Jovens e Adultos e a Disciplina de Química na Visão dos Envolvidos
J. P. V. Santos, G. Rodrigues Filho e N. Q. Amauro

251 Processo de Ensino-Aprendizagem da Química nas Escolas Médias do Moxico Sustentado no Experimento Químico Escolar
E. D. Gabriel, J. J. M. Rodríguez e M. T. Fuente

261 O Ensino de Química Usando Tema Baía de Guanabara: Uma Estratégia para Aprendizagem Significativa
N. S. Abreu e J. L. Maia

269 Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma Proposta Experimental
A. S. Querubina, M. A. Coser e W. R. Waldman

273 Recontextualizações e Hibridismos em Processos de Elaboração e Avaliação de Livros Didáticos de Química
A. C. G. Oliveira e M. I. P. Rosa

química nova NA ESCOLA

ISSN 0104-8899
ISSN (on-line) 2175-2699
Agosto
2016
Vol. 38, Nº 3

Indexada no *Chemical Abstracts* e *EDUBASE*

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 - Ijui, RS - Brasil)
Luiz Henrique Ferreira (UFSCar - São Carlos, SP - Brasil)
Marcelo Giordan (FE-USP - São Paulo, SP - Brasil)
Otávio Aloísio Maldaner (UNIJUÍ - Ijui, 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.b

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©2016 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, microfilmes 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.

revisão
Persio Nakamoto

diagramação/capa
Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

200 A Tecelagem Huni Kuin e o Ensino de Química
The Huni Kuin Weaving and the Teaching of Chemistry
M. A. M. Silva, A. S. Falcão, M. S. Silva e A. M. Regiani

Espaço Aberto / Issues/Trends

208 O Laboratório de Ciências e a Realidade dos Docentes das Escolas Estaduais de São Carlos-SP
The science lab and teachers´ reality in public schools of São Carlos-SP
T. Y. I. Andrade e M. B. Costa

215 Os alambiques no Brasil colônia: uma proposta de abordagem histórica e social no ensino de ciências
Alembics in the Brazilian colonial period: a historical and social approach in science teaching
H. E. Gandolfi, T. Z. B. Aragão e S. F. de M. Figueirôa

224 Ensino de Bioquímica e Formação Docente: Propostas de Projetos Voltados para o Ensino Básico, Desenvolvidos por Estudantes de Licenciatura
Biochemistry Teaching and teacher education: projects for basic education, developed by college students
L. D. M. Matta e L. Sodré Neto

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

230 A Camisinha como Artefato Tecnológico no Ensino de Química
The condom as a technological device in chemistry teaching
J. N. D. Swiech

237 Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa
Connections between Chemical Kinetics and Electrochemical in the Perspective of Meaningful Learning
R. M. Silva, R. C. Silva, M. G. O. Almeida e K. A. S. Aquino

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in focus

244 A Educação de Jovens e Adultos e a Disciplina de Química na Visão dos Envolvidos
Adult Education (AE) and the Subject of Chemistry in the vision of those involved
J. P. V. Santos, G. Rodrigues Filho e N. Q. Amauro

251 Processo de Ensino-Aprendizagem da Química nas Escolas Médias do Moxico Sustentado no Experimento Químico Escolar
Teaching-learning process of chemistry in high schools of Moxico sustainable in school chemical experiment
E. D. Gabriel, J. J. M. Rodríguez e M. T. Fuente

O Aluno em Foco / The Student in Focus

261 O Ensino de Química Usando Tema Baía de Guanabara: Uma Estratégia para Aprendizagem Significativa
Teaching chemistry using theme guanabara bay: a strategy for meaningful learning
N. S. Abreu e J. L. Maia

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

269 Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma Proposta Experimental
Espresso machine for the extraction of essential oils: an experimental proposal
A. S. Querubina, M. A. Coser e W. R. Waldman

Cadernos de Pesquisa/Research Letters

233 Recontextualizações e Hibridismos em Processos de Elaboração e Avaliação de Livros Didáticos de Química
Recontextualizations and hibridism in the process of development and evaluation of the Chemis-try's textbook
A. C. G. Oliveira e M. I. P. Rosa

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160027

Agosto efervescente: olimpíadas, *impeachment* e muito mais

No mês de agosto, o Brasil sediou os Jogos Olímpicos Rio-2016. O evento foi recheado de momentos marcantes com abertura espetacular, competições inesquecíveis e calorosa cerimônia de encerramento. Milhões de brasileiros foram tomados pela sensação de orgulho ao ver a sua cultura, música e história divulgadas e admiradas pelos quatro cantos do mundo. Ademais, lições de superação e disciplina, dentre tantas outras, puderam ser extraídas diariamente por todos nós.

Também em agosto, um segundo evento mobilizou o país: no último dia do mês, o plenário do Senado aprovou o *impeachment* de Dilma Rousseff. O ato foi seguido pela cerimônia de posse de Michel Temer como presidente da República, com permanência no poder prevista para até 2018, que expressou o compromisso de "recolocar o Brasil nos trilhos". Seguramente, em breve, teremos a oportunidade de melhor compreender o significado desse compromisso e identificar em que trilhos nos pretendem colocar. Especialmente no que diz respeito à educação, inúmeros desafios serão enfrentados diante dos severos cortes de gastos que a área vem sofrendo nos últimos anos e que se anunciam como ainda maiores no futuro.

Em um contexto bem mais restrito, porém bastante relevante para a comunidade de educadores químicos, foi com alegria que tivemos acesso, também no corrente mês, aos números grandiosos relativos ao XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Promovido pela Universidade Federal de Santa Catarina, pelo Instituto Federal de Santa Catarina e pelo Instituto Estadual de Educação, o ENEQ ocorreu em Florianópolis, no período de 25 a 29 de julho, e contou com 2614 inscritos, sendo 1488 estudantes de graduação, 385 estudantes de pós-graduação, 440 professores da educação básica e 301 professores de educação superior. O número de trabalhos aceitos chegou a 1500, superando os 1066 do evento anterior e evidenciando a enorme potencialidade do ENEQ em atingir o objetivo de reunir pessoas interessadas na área de ensino de química, assim como as que tomam esse ensino como alvo de investigação.

É importante ainda destacar a criação, durante o ENEQ, de uma comissão para estudo e proposição de uma entidade que represente professores e pesquisadores em ensino de química, denominada de Comissão Nacional Provisória da Associação de Educadores Químicos, que tem Attico Chassot, Maria Eunice Marcondes e Roseli Schnetzler como presidentes honorários. A comissão é composta pelos seguintes membros: Gerson Mól, Elisa Massena, Maria Helena Beltran, Wildson Santos, Sidnei Quezada, Eduardo Mortimer, Marcelo Giordan, Agustina Echeverria, Bruno Leite, Maurivan Ramos e Sidelene Farias. Esta Editoria reconhece a importância da iniciativa e deseja sucesso à comissão.

Ainda no mês de agosto, a Diretoria e o Conselho Consultivo da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) divulgaram que os manuscritos submetidos à *Química Nova na Escola*, a partir do dia primeiro de setembro de 2016, seguirão a política das demais publicações da SBQ. Isso implica na contribuição dos autores com parte dos custos da publicação de seus artigos. Maiores detalhes sobre a cobrança, que passará a ser praticada, podem ser obtidos no *site* da QNEsc. A SBQ continua responsável por arcar com parte significativa do custo de publicação da revista. Esperamos continuar contando com o apoio da comunidade de educadores químicos, tanto no que diz respeito à submissão como no que se refere à leitura dos artigos da revista. A QNEsc, que representa um marco no fortalecimento dessa comunidade e tem contribuído fortemente ao longo dos seus 20 anos de existência para o ensino de química no país, não poderá sobreviver sem tal apoio.

Este número traz vários artigos que podem auxiliar o professor nas suas práticas em sala de aula. A abordagem de questões relacionadas às comunidades indígenas, ainda pouco recorrente na QNEsc, é privilegiada a partir da discussão de uma proposta pautada na inserção da cultura indígena como tema transversal para o ensino de conteúdos de química. A introdução da história e da filosofia das ciências em ambientes de ensino e aprendizagem, também escassamente contemplada na revista, é sugerida a partir da realização de uma abordagem histórica e social da exploração da cana-de-açúcar no Brasil Colônia.

É sabido que as dificuldades encontradas pelos professores na realização de aulas práticas de ciências naturais têm grande impacto sobre as ações que promovem nas escolas. Tais dificuldades são investigadas em artigo desta edição, assim como o perfil identitário dos alunos da Educação de Jovens e Adultos.

Os processos de elaboração e avaliação de livros didáticos de química, no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), são discutidos na seção Cadernos de Pesquisa, tendo em vista a compreensão de efeitos produzidos nas obras didáticas a partir de diferentes contextos.

Ótima leitura a todos!

Paulo Alves Porto
Salete Linhares Queiroz

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160028

A Tecelagem Huni Kuin e o Ensino de Química

Maria Antonia Moura da Silva, Alcindo da Silva Falcão, Marina Santana da Silva e Anelise Maria Regiani

O presente trabalho teve como objetivo aproximar conteúdos de química e conhecimentos tradicionais a partir do estudo da tecelagem Huni Kuin. A coleta de dados ocorreu por meio de pesquisa etnográfica e bibliográfica. Foi então elaborado um protocolo de prática experimental para aulas de química. Mostramos que é possível, por meio dessa proposta, a inserção da cultura indígena como tema transversal para o ensino de conteúdos de química.

▶ corantes naturais, tecelagem, Huni Kuin, conhecimento tradicional, pH ◀

Recebido em 31/10/2014, aceito em 15/08/2015

A contextualização dos conteúdos de química é necessária para que os alunos possam fazer uma nova interpretação do mundo. "Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança" (Brasil, 2000, p. 31).

Para isso, é relevante que os professores propiciem situações de aprendizagem que estimulem os alunos a exercer sua função social de cidadãos. Freire (2005) propõe esse tipo de ensino por meio da abordagem temática, na qual, a partir de um tema gerador, os alunos são levados a estudar história, química, biologia, física e arte, dentre outras disciplinas. "Um tema gerador oferece condições para uma abordagem contextualizada e interdisciplinar. Cada professor, em sua especialidade, busca levantar que problemáticas podem ser abordadas a partir do tema escolhido" (Gondin; Mol, 2008, p. 5).

O ensino baseado em abordagens de temas, além de permitir o ensino interdisciplinar, confere ao professor a possibilidade de inserir os saberes tradicionais no contexto escolar, fazendo uma aproximação com o saber científico. Essa aproximação permite a desmistificação da superioridade de poder que o saber científico exerce.

O ensino baseado em abordagens de temas, além de permitir o ensino interdisciplinar, confere ao professor a possibilidade de inserir os saberes tradicionais no contexto escolar, fazendo uma aproximação com o saber científico. Essa aproximação permite a desmistificação da superioridade de poder que o saber científico exerce. Durante as últimas décadas, alguns educadores (Chassot, 2008; 2011; Tréz, 2011) citam a importância da utilização do conhecimento tradicional nas práticas educacionais, partindo-se do pressuposto de que nenhuma forma de conhecimento (científico ou popular) é superior à outra. Elas são diferentes por terem sido construídas de formas diferentes (Feyerabend, 2007). Para Levi-Strauss (2012), a construção do saber tradicional em muito se assemelha à construção do saber científico, pois "[...] cerâmica, tecelagem, agricultura e domesticação dos animais [...] cada uma dessas técnicas supõe séculos de observação ativa e metódica, hipóteses ousadas e controladas, a fim de rejeitá-las ou confirmá-las através de experiências incansavelmente repetidas" (p. 29). Para Cunha (2009, p. 301),

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.

Conhecimentos tradicionais estão para o científico como religiões locais para as universais. O conhecimento científico se afirma, por definição, como verdade absoluta, até que outro paradigma o venha sobrepujar, como mostrou Thomas Kuhn. Essa universalidade do conhecimento científico não se aplica aos saberes tradicionais – muito mais tolerantes –, que acolhem frequentemente com igual confiança ou ceticismo explicações divergentes, cuja validade entende ser puramente local.

O Brasil é um país com uma grande diversidade cultural e, a partir da implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 2000), a cultura deve fazer parte do currículo escolar, em especial as histórias e as culturas afro-brasileira e indígena (Brasil, 2008). Assim, o professor deve propor situações de aprendizagem, utilizando problematizações locais do saber popular para que os alunos conheçam, valorizem e respeitem as culturas que os rodeiam. Dentro desse pressuposto, elaboramos uma proposta de aproximação entre conhecimentos tradicionais e conteúdos científicos com o objetivo de mostrar que é possível ensinar química a partir da tecelagem Huni Kuin.

Os povos indígenas do Acre

Os povos indígenas representam a diversidade e a riqueza da cultura tradicional. Suas práticas culturais incluem um conhecimento complexo, detalhado e rico da diversidade biológica amazônica como atestam o uso tradicional da ayahuasca (bebida enteógena amazônica) e da vacina do sapo kampô (*Phyllomedusa bicolor*), dentre outras práticas.

Durante muito tempo, a sociedade ocidental considerou os indígenas como povos sem história (Brasil, 1998). Esse aspecto é ressaltado por Chassot (2011, p. 161) quando afirma: "Vejam como e por quem nos foram impostas as comemorações ufanistas dos 500 anos do descobrimento do Brasil. Observemos que a simples referência ao descobrimento de um povo implica na leitura a partir da ótica do dominador". Assim, é importante "trazer para o cenário de nossas salas de aula uma fala de homens e mulheres que viveram/vivem numa terra que tem história anterior àquela que usualmente nos transmitiram" (p. 163). Segundo a ótica do dominado (Mairawê, professor Kayabi, Parque Indígena do Xingu [MT]), "em vez de Antes de Cristo e Depois de Cristo, para nós deveria ser AB e DB, Antes e Depois do Branco. Foi depois que o Branco chegou que tudo mudou" (Brasil, 1998, p. 208).

Com o objetivo de refletir e pesquisar sobre a própria história, os professores indígenas das etnias que habitam o estado do Acre e o sul da Amazônia ocidental propuseram a abordagem da história indígena em cinco tempos: 1) o tempo das malocas; 2) o tempo das correrias; 3) o tempo do cativeiro; 4) o tempo dos direitos; e 5) o tempo da história presente (Silva, 2010).

Com o objetivo de refletir e pesquisar sobre a própria história, os professores indígenas das etnias que habitam o estado do Acre e o sul da Amazônia ocidental propuseram a abordagem da história indígena em cinco tempos: 1) o tempo das malocas; 2) o tempo das correrias; 3) o tempo do cativeiro; 4) o tempo dos direitos; e 5) o tempo da história presente (Silva, 2010).

O das malocas é um tempo longo que compreende desde a origem dos povos indígenas até a chegada do homem branco. A liberdade era a marca desse tempo: cada povo tinha sua economia, seus rituais, sua organização social e sua língua. Também havia alianças políticas, relações de troca e guerra entre diferentes povos (Silva, 2010). O tempo das correrias iniciou com a implantação dos seringais na região.

As correrias eram expedições armadas, organizadas por seringalistas e caucheiros para cercar as malocas e matar as famílias que nelas viviam. [...] *eram justificadas com discursos que concebiam os índios como 'selvagens', 'feras' e 'pagãos' e como única forma de garantir a 'segurança' aos seringueiros e caucheiros.* (Silva, 2010, p. 12)

Assim, as correrias resultaram na invasão dos territórios, na morte de milhares de indígenas, pelo extermínio ou pela chegada de doenças até então inexistentes, na captura de mulheres e crianças e na dispersão dos sobreviventes pelas cabeceiras dos rios mais remotos (Silva, 2010; Aquino; Iglesias, 2002). Como consequência, vários grupos indígenas estiveram em via de extinção (Aquino; Iglesias, 2002). Na década de 1920, as correrias diminuíram e os indígenas que permaneceram em suas antigas terras foram incorporados à vida econômica e social do seringal. Esse é o tempo do cativeiro. Nessa época, hábitos e costumes dos povos indígenas foram proibidos pelos patrões. Entretanto, foi também tempo de resistência:

No tempo do barracão, o patrão queria ver o índio sempre no cativeiro, cortando seringa, sempre endividado. Mas, o índio continuou sendo o governo de sua própria casa e de sua família. Ele nunca descuidou de seus trabalhos na agricultura, das caçadas e das pescarias. Era por isso que o branco chamava o índio de caboclo preguiçoso, porque a produção de borracha dele era sempre menor que a do seringueiro cariu, que não podia plantar nada. (Antônio Apurinã, professor indígena no Acre *apud* Silva, 2010; p. 13)

O tempo dos direitos é um tempo recente. A partir da década de 1970, vários direitos vêm sendo conquistados: demarcação das terras indígenas, educação diferenciada, assistência de saúde própria e valorização da cultura, dentre outros. Assim, os indígenas voltaram a tomar posse de suas terras e ter sua liberdade, podendo praticar seus hábitos, seus

costumes e sua cultura. A luta pela terra é a mais importante reivindicação para as populações indígenas em todo o Brasil, porque o significado de território para ele é muito diferente do compartilhado pelo não indígena. Para os povos indígenas, o território é um lugar sagrado; estes e todos os seus ancestrais são parte da terra e a terra, parte deles (Fundação, 2010). Ou seja, há um vínculo espiritual com o território.

A história do tempo presente é o tempo atual, o resultado dos demais tempos anteriores. Existem no Acre 14 etnias indígenas distribuídas em três famílias linguísticas: Pano (nas etnias Huni Kuin, Yawanawá, Katukina, Shawãdawa, Jaminawa, Poyanawa, Shanenawa, Kuntanawa, Nawa, Nukini e Apolina Arara), Arawak (Asheninka e Manshinere) e Arawa (Madija) (Fundação, 2010). Ainda existem no Acre os povos isolados que preferem se manter afastados e vivem nas cabeceiras dos rios Envira e Tarauacá.

A etnia Huni Kuin

Os Huni Kuin vivem no Brasil e no Peru. No Brasil, constituem a população indígena mais numerosa do Acre, onde habitam as regiões dos vales do Purus e Juruá, nos municípios de Santa Rosa, Manoel Urbano, Feijó, Tarauacá e Jordão, em 12 terras indígenas da própria etnia e algumas compartilhadas com outros povos como os Madija, Asheninka e Shanenawa (Fundação, 2010). Além desses municípios, existem algumas famílias na cidade de Rio Branco. No Peru, seu território está localizado em cerca de trinta aldeias próximas aos rios Curanja e alto Purus (Aquino; Iglesias, 2002).

Os Huni Kuin são mais conhecidos como Kaxinawá. "O nome Kaxinawá, que significa 'gente morcego' em sua língua é uma denominação dada aos Huni Kuin ('gente verdadeira') por outros grupos Pano" (Aquino; Iglesias, 2002). A riqueza da língua hãtxa kui ("língua verdadeira") manifesta-se na diversidade musical da etnia. Esses indígenas também possuem uma grande cultura material e o artesanato se configura como uma das principais fontes de renda atual das famílias. Os principais produtos do artesanato são as cerâmicas, feitas em argila com cinzas obtidas de animais e árvores, e a tecelagem em algodão com tingimento natural. Nesses materiais, são desenhados os *kenê* (desenhos da cobra), marca da cultura Huni Kuin cujo significado está relacionado à coragem, à força, ao poder e à sabedoria (Fundação, 2010).

Os Huni Kuin são mais conhecidos como Kaxinawá. "O nome Kaxinawá, que significa 'gente morcego' em sua língua é uma denominação dada aos Huni Kuin ('gente verdadeira') por outros grupos Pano" (Aquino; Iglesias, 2002).

A tecelagem Huni Kuin

A tecelagem está presente na cultura dos Huni Kuin na produção de vestimentas, adereços e redes. Os processos envolvidos na tecelagem vão desde o cultivo e o preparo do algodão (plantar, zelar, colher, secar, descaroçar e bater) até a fiação e o tingimento dos fios (Franco et al., 2002). Todo o processo é uma importante atividade feminina. As mulheres plantam cinco variedades distintas de *shapu* (algodão) com colorações e volumes de fibras diferentes. Entretanto, preferem o *mexu shapu* por possuir fibra mais adequada à fiação e à fixação de cores de corantes naturais ou industriais (Franco et al., 2002). Durante o processo de colheita, descaroçamento, bater e fiar do algodão, as indígenas cantam pedindo a força da aranha para tecer rapidamente, porque, segundo a tradição, a aranha plantava e já saía o fio pronto, não precisa bater nem fiar (Taru Andé, 2007). Para fiar, as mulheres usam um fuso obtido do talo de ouricuri ou de pupunha ou, ainda, feito de barro (Kaxinawá; Sales, 2000).

Após a fiação do algodão, é feito o tingimento. Os corantes naturais utilizados para tingir as meadas são obtidos de cascas de árvores, como o mogno e a cerejeira, ou de outros vegetais, como o coração da bananeira. Com o fio tinto, acontece a última etapa: a tecelagem. Esta é realizada de acordo com *kenê* desejado. A origem do *kenê* foi assim relatada (Kaxinawá; Sales, 2000, p. 24):

> *Conta-se na história da origem do kenê Kaxinawá, que ele foi transmitido pelo encanto de uma jiboia. Essa jiboia ensinou uma mulher Kaxinawá sua linda malha de Yubesheni. Caminhando, ela encontrou um filhotezinho de jiboia enroladinho no meio do caminho. Então a jiboia ensinou a sua força de malha dizendo:*
>
> *– Mãe Kaxinawá se você quer minha roupa de malha vai pegar um talo de ouricuri...*
>
> *Medindo cada malha e falando cada nome do kenê desenhando, ela cumpriu a fala de seu filho jiboia que começou a ensinar sua pintura tradicional. O nome dessa jiboia no passado era Tere Beru. A jiboia foi quem entregou seu lindo kenê para a mulher Kaxinawá. Mas não entregou tudo. Ensinou só uma parte, porque a jiboia não era fêmea: era macho e não podia ficar com sua mãe Kaxinawá. Ele queria caçar e guerrear com outras etnias.* (Kaxinawá; Sales, 2000, p. 24)

Os homens usam as roupas com desenhos na vertical, e as mulheres, na horizontal. Entretanto, atualmente, as mulheres Huni Kuin não usam com frequência roupas tecidas por elas, enquanto os homens as usam mais frequentemente. Mesmo assim, as mulheres continuam a ensinar esse conhecimento como antes, de geração para a geração.

Metodologia

A coleta de dados da pesquisa ocorreu por meio de pesquisa etnográfica na qual uma indígena Huni Kuin ensinou seus conhecimentos sobre a tecelagem. Segundo Godoy

(1995, p. 21), “neste tipo de pesquisa os investigadores vão a campo buscando ‘captar’ o fenômeno em estudo a partir da perspectiva das pessoas nele envolvidas, considerando todos os pontos de vista relevantes”. Foi realizada uma entrevista não estruturada, gravada e transcrita. Com as informações da pesquisa etnográfica e posterior pesquisa bibliográfica, os extratos de mogno e açafrão foram testados como indicadores de pH e foi elaborado protocolo experimental para ensino de química a partir da prática Huni Kuin sobre tingimento do algodão.

Resultados e discussão

Com a investigação de campo concluída, pôde-se perceber que uma das possibilidades de aproximação da química com o saber tradicional da tecelagem Huni Kuin é o processo de tingimento dos fios de algodão. Segundo nossa entrevistada:

O mogno pode dar até três tonalidades: o preto avermelhado, no sol é uma cor e na sombra é outra, laranja e marrom. O processo da extração dessas cores é longo, tem que ter um lugar bom como a beira do rio, tem que colher bastante material, a casca, barro sem areia, argila pura, cinza de plantas, o mangará, nó da banana. Primeiro põe a casca de mogno batida para cozinhar por cerca de quatro horas. O caldo vai ficar bem vermelho. Tira os resíduos, ficando só o caldo e põe as meadas de linha que já estavam de molho em água por volta de quatro horas, para fixar bem a cor. Depois, põe para cozinhar por mais três horas e deixa esfriar e faz os processos para dar as cores. Espreme limão, joga a cinza, passa o nó da banana, vai para beira do rio buscar o barro e vai dando os tons.

Pelo relato exposto, a indígena faz a extração do pigmento vermelho do mogno (*Swietenia macrophylla*) por meio da cocção da casca da árvore em água por várias horas. Essa espécie é nativa da floresta amazônica. O uso da casca de mogno para tingimento de tecidos com a cor vermelha já era praticado no Peru na região andina pelos povos antigos shippibo (Roquero, 2008). Em decorrência das propriedades antimicrobiológicas, anti-inflamatórias, antioxidantes, antimutagências, antitumorais e antidiabéticas de diversas partes da planta, Moghadamtousi e colaboradores (2013) e Eid e colaboradores (2013) reportam usos etnomedicinais do mogno no tratamento de doenças. Da casca do mogno, foram isolados constituintes químicos da classe das catequinas (Eid et al., 2013). Ao analisar as estruturas desses constituintes (figura 1), percebe-se que a variação de pH pode levar a uma alteração da estrutura eletrônica das moléculas, alterando o comprimento de onda da luz por elas absorvida com uma consequente variação na coloração das suas soluções.

A mudança de cor da solução de casca de mogno é feita pela indígena “espremendo limão, jogando cinza ou passando o nó da banana”. A adição de qualquer um desses componentes leva à alteração do pH da solução de corante. O limão abaixa o pH, deixando o meio ácido, porque contém ácido cítrico. A cinza eleva o pH, deixando o meio básico, pois os óxidos metálicos que a constituem formam hidróxidos quando colocados em água.

A indígena entrevistada relata também o uso do açafrão (*Curcuma longa L.*) como corante:

Com açaflor é mais simples. Colhe o açaflor, rala e coloca em um panelão pra cozinha por duas horas. Põe a meada de linha de molho na água. Depois do tempo de cozimento, retira o resíduo do açaflor coando e, no caldo, em uma panela, coloca a meada de linha para cozinhar e sal para fixar a cor e mexer para pegar cores em toda a meada, para ficar uma cor uniforme.

Com a investigação de campo concluída, pôde-se perceber que uma das possibilidades de aproximação da química com o saber tradicional da tecelagem Huni Kuin é o processo de tingimento dos fios de algodão.

O açafrão é uma planta com batata nas raízes. São delas que se retira o pigmento para tingir as meadas. Essa planta é uma herbácea originária da Índia que chegou ao Brasil juntamente com os portugueses (Pintão; Silva, 2008). Assim, os Huni Kuin provavelmente conheceram o açafrão com os migrantes que chegaram ao Acre na época da extração da borracha. Além do açafrão, os indígenas incorporaram ao processo de tingimento dos fios outros corantes naturais e industrializados também trazidos pelos migrantes (Franco et al., 2002).

Em relação à composição e propriedades químicas do

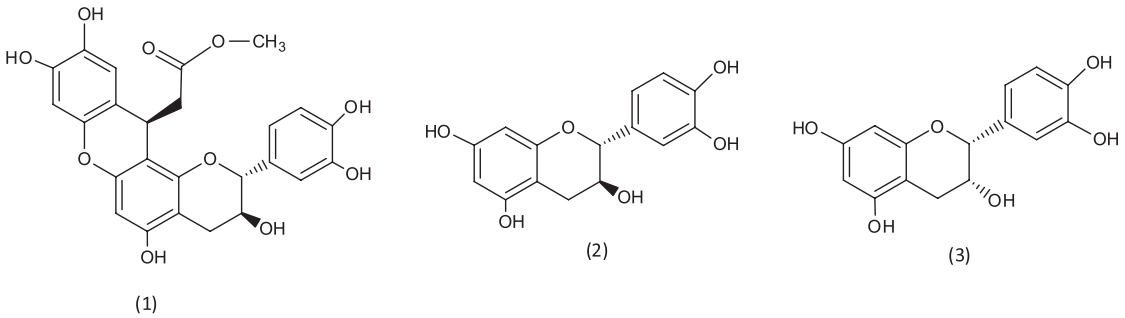


Figura 1: Constituintes químicos isolados da casca do mogno (*Swietenia macrophylla*): (1) (sólido amorfo vermelho-pálido) catequina fenilpropanóica substituída; (2) (sólido amorfo marrom pálido) catequina; (3) (sólido amorfo marrom pálido) epicatequina (EID et al., 2013).

açafrão, Sueth-Santiago e colaboradores (2015) relatam o isolamento da curcumina realizado em 1815 e a elucidação de sua estrutura em 1910. A partir de então, esse composto tem sido estudado em razão de suas propriedades físico-químicas e biológicas. O uso como corante, principalmente alimentício, decorre da extensa conjugação eletrônica presente no esqueleto diarileptanoide da curcumina. O pH do meio interfere no comprimento de onda de absorção de luz da curcumina, pois em sua estrutura há três hidrogênios ácidos (Figura 2) (Sueth-Santiago et al., 2015).

Partindo do conhecimento tradicional Huni Kuin do tingimento do fio de algodão, os extratos de mogno e açafrão foram testados como indicadores de pH. Os extratos foram produzidos, partindo-se de 30g de material fracionado. As cascas de mogno foram feitas em pedaços pequenos e o tubérculo de açafrão foi ralado. O material foi submetido à maceração em temperatura ambiente com 100 mL de álcool comercial (álcool etílico 36%) por 24 horas. As soluções obtidas após a filtração foram aquecidas em banho-maria até a redução para 1/3 do volume inicial. O extrato de açafrão é amarelo, e o de mogno, vermelho escuro. Também foram produzidas soluções-tampão com pH variando de 1 a 13 (Shakhashiri, 1989). O ensaio de indicador para o extrato de açafrão mostrou que alteração perceptível pode ser visualizada a partir de pH 9, quando a solução muda da cor amarela para a laranja. O ensaio de indicador para o extrato de mogno revelou que, em soluções com pH entre 1 e 6, o extrato apresenta cor amarela escura. Alteração perceptível na cor pode ser notada a partir de pH 7, quando a solução passa a ter coloração vermelha e muda de tonalidade com o aumento do pH, chegando até a cor vermelha escura. Entretanto, somente a partir de pH 11 que a alteração é bem perceptível visualmente.

Para a aproximação dos contextos tradicional, científico e escolar, foi elaborada atividade experimental que envolveu a extração dos corantes e seu uso no tingimento de tecidos e fios de algodão (Quadro 1). Entretanto, para que se compreendesse o âmbito do estudo e a sua ligação aos contextos regionais, o experimento fez parte de um conjunto de atividades que iniciou com a apresentação de um vídeo sobre a cultura Huni Kuin e visitas ao Museu do Palácio Rio Branco e ao Mercado Velho. O mostruário de cores obtidas no experimento de tingimento de tecidos é apresentado na Figura 3.

A forma de fixação da molécula do corante às fibras de tecido pode envolver quatro tipos de interação (Guarantini; Zanoni, 2000): (i) interações iônicas, nas quais um corante iônico é atraído por grupos amino e carboxilato presentes nas fibras; esse tipo de interação ocorre em tecidos como seda e poliéster; (ii) interações covalentes, nas quais acontece a formação de uma ligação covalente entre um grupo reativo da molécula de corante e centros nucleofílicos das fibras de tecido; (iii) ligações de hidrogênio, nas quais átomos de hidrogênio covalentemente ligados ao corante aproximam-se de pares de elétrons livres de átomos presentes nas fibras; e (iv) interações de Van der Waals, por meio das quais o corante permanece ancorado na fibra por afinidade. Considerando a estrutura da celulose e as estruturas das moléculas dos corantes naturais utilizados, a pigmentação do tecido decorre, provavelmente, das ligações de hidrogênio e das interações da Van der Waals entre corante e fibra.

Quando o corante não se fixa fortemente à fibra, a cor não é permanente. Assim, é necessário o uso de uma substância que auxilia na fixação da cor (ou na interação entre molécula de corante e fibra de tecido) chamada mordente. O uso de mordentes é antigo e esse nome vem da crença

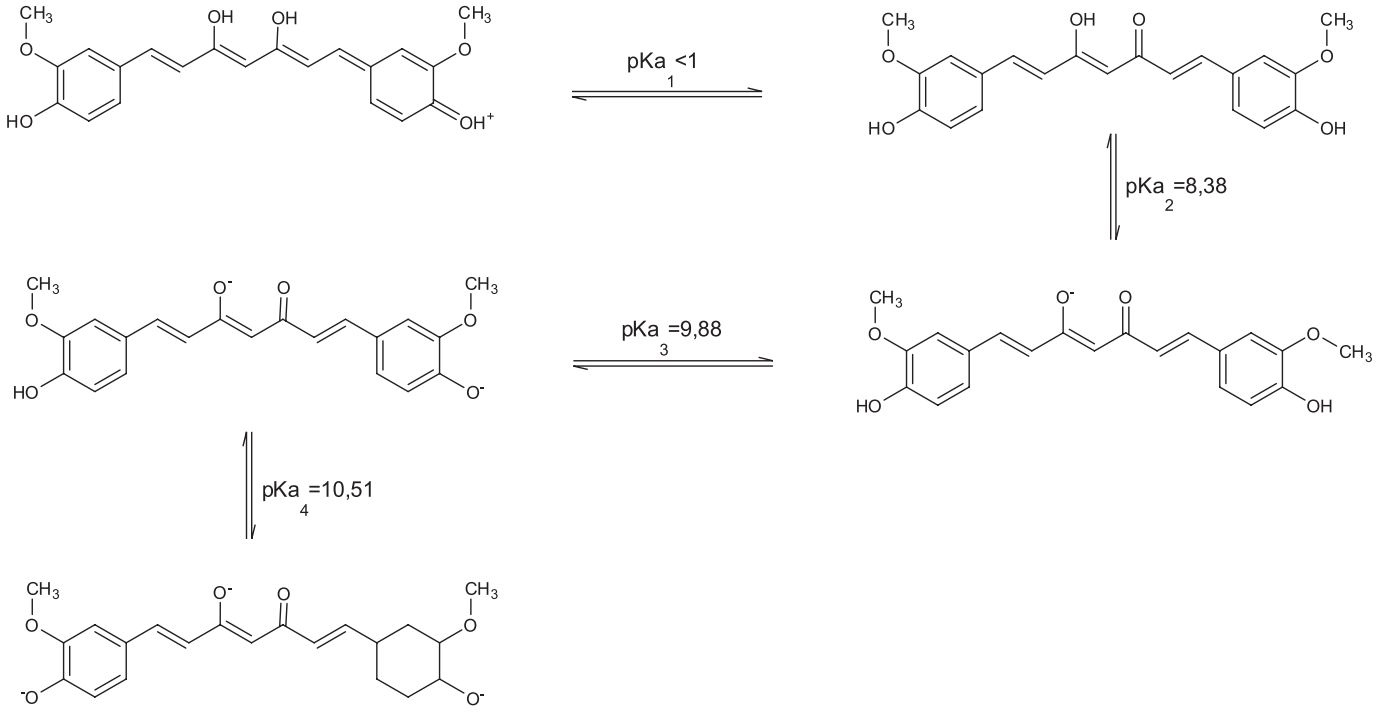


Figura 2: Reações de transferência de prótons na curcumina (Sueth-Santiago et al., 2015).

Figura 3: Mostruário de cores obtidas no tingimento de tecido e barbante de algodão com corantes extraídos de mogno e de açafrão.

de que essa substância *morde* o corante e prende-o na fibra (Piccoli, 2008). O vinagre era usado com essa função nas descrições antigas (Paixão et al., 2012). Assim, apesar do uso do vinagre não alterar a cor das soluções estudadas, percebe-se, na Figura 3, que as cores obtidas nos tecidos e barbantes são mais brilhantes e intensas com o seu uso do que as cores desenvolvidas nos tecidos tingidos somente com as soluções de mogno e a suspensão de açafrão.

A indígena também relatou o uso do sal de cozinha como fixador da cor. Essa prática pode também ser considerada como influência da cultura dos migrantes. O cloreto de sódio é considerado um auxiliar nos processos de tingimento por alterar a força iônica das soluções de corante, levando ao aumento do rendimento tintorial. Quando imersas em água, as fibras de celulose do algodão assumem carga negativa, repelindo íons negativos do corante. Eletrólitos, como o sal comum, fornecem íons positivos que reduzem ou neutralizam a carga negativa das fibras, o que facilita a aproximação dos íons de corante, permitindo que interações do tipo Van der Waals e ligação de hidrogênio se tornem efetivas (Piccoli, 2008).

Assim, o estudo do tema tecelagem Huni Kuin permitiu a abordagem dos seguintes conteúdos de química: separação de misturas (extração de pigmentos a frio e a quente, decantação e filtração); ácidos; bases; indicadores; pH (uso dos corantes como indicadores de pH); e forças intermoleculares

Quadro 1: Protocolo de experimento de tingimento de tecido e barbante de algodão com corantes extraídos de mogno e de açafrão.

Procedimento experimental

Materiais
Balança
Fogão (ou fogareiro)
Panela de 2L
4 copos de 100mL
2 copos de 200mL
Pinça
Papel absorvente
Papel indicador universal
Colher de metal ou bastão de vidro
Garrafa de vidro de 500 mL
Balão volumétrico de 1L
6 tubos de ensaio
Estante para tubos de ensaio
Coador e filtro de papel

Reagentes
Barbantes de algodão cru com 20 cm de comprimento
Tecido de algodão cru cortado em quadrados de 5cm de lado
Água filtrada
Vinagre de álcool
Solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L (pode ser preparada utilizando soda comercial)
Detergente líquido incolor
150 g de casca de mogno picada em pedaços de 1 cm^2
30 g do pó condimento açafrão comercializado em mercados

Procedimento

1. Preparo dos corantes
   - Para o corante de mogno, coloque as cascas em 1L de água. Ferva por 30 minutos. Deixe esfriar e coe em filtro de papel.
   - Para o corante de açafrão, faça uma suspensão do condimento em 300 mL de água. Agite bem e deixe em maceração por, pelo menos, 24 horas. O corante de açafrão não é filtrado. Utiliza-se a suspensão de pó de condimento em água.
2. Para o ensaio de pH
   - Disponha 3 tubos de ensaio para cada corante na estante de tubos: o primeiro com 5 mL de vinagre, o segundo com 5 mL de água filtrada e o terceiro com 5 mL de solução de NaOH.
   - Teste o pH das soluções com o papel indicador universal.
   - Depois, pingue 10 gotas do corante em cada tubo.
3. Para o experimento de tingimento
   - Prepare, para cada corante, conjunto com 3 fios de barbante e 3 pedaços de tecido. Lave o conjunto em bacia com água, adicionando 3 gotas de detergente líquido.
   - Filtre e introduza o conjunto de algodão em 150 mL de corante e aqueça lentamente, em banho-maria, até a ebulição da água do banho.
   - Divida a solução em 3 copos, cada um deles com um barbante e um quadrado de tecido: A – solução de corante; B – solução de corante com 10 mL de vinagre; C – solução de corante com adição de solução de NaOH até mudança de coloração.
   - Deixe esfriar lentamente e mantenha os tecidos e barbantes de algodão no corante por 24 horas.
   - No caso do uso de suspensão de açafrão, após a retirada do fio e do tecido da solução, deve-se passar em água filtrada fria para lavar.
   - Colocar os fios e tecidos sobre papel absorvente e deixar secar.

(interações entre corante e fibra no tingimento de tecidos). Para além dos estudos em química, esse tema também permite uma abordagem interdisciplinar, pois considera elementos da história, da sociologia, da arte e da língua portuguesa.

Considerações finais

A contextualização de conteúdos de química a partir da cultura local é possível em qualquer lugar. No trabalho aqui apresentado, o ponto de partida foi a tecelagem Huni Kuin. Pode haver adequações levando em consideração o local ou pode-se buscar outro contexto cultural, pois o importante desse processo é conhecer e aprender com o meio que nos rodeia. Ou seja, a valorização dos contextos e das culturas regionais permite a docentes e discentes reconhecer as diferentes visões de mundo de diversos povos, além de valorizá-las e respeitá-las pelas suas contribuições à cultura global.

Maria Antônia Moura da Silva (maria.antonia.kj@gmail.com) licenciada em Química pela Universidade Federal do Acre (UFAC). Rio Branco, AC – BR. **Alcindo da Silva Falcão** (tandy.falcao@hotmail.com) licenciado em Química pela Universidade Federal do Acre. Rio Branco, AC – BR. **Marina Santana da Silva** (marinasantanalinda@hotmail.com) é discente do curso de Licenciatura em Química da UFAC, Rio Branco, AC – BR. **Anelise Maria Regiani** (anelise.regiani@ufsc.br), bacharel em Química com habilitação tecnológica pelo Instituto de Química de São Carlos/USP, licenciada em Química pelo Centro Universitário Claretiano, mestre e doutora em físico-química pelo Instituto de Química de São Carlos/USP, realizou estágio pós-doutoral junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina e é docente e pesquisadora na Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC - BR.

Referências

AQUINO, T.V.; IGLESIAS, M.P. Habitantes: os Kaxinawá. In: CUNHA, M.C.; ALMEIDA, M.B. (Orgs.). *Enciclopédia da floresta*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Referencial Curricular Nacional para as Escolas Indígenas*. Brasília: MEC; SEF, 1998.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Currículos Nacionais*: ensino médio. Brasília: MEC; SEMTEC, 2000.

_____ Lei no. 11.645, de 10 de março de 2008. *Diário Oficial da União*. Poder Legislativo. Brasília, DF, 11 mar 2008. p. 1.

CHASSOT, A. *Alfabetização científica*: questões e desafios para a educação. 5. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

_____. Fazendo educação em ciências em um curso de pedagogia com inclusão de saberes populares no currículo. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 9-12, 2008.

CUNHA, M.C. *Cultura com aspas e outros ensaios*. São Paulo: Cosac Naify, 2009.

EID, A.M.M.; ELMARZUGI, N.A.; EL-ENSHASY, H.A. A review on the phytopharmacological effect of *Swietenia macrophylla*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, v. 5, s. 3, p. 47-53, 2013.

FEYERABEND, P.K. *Contra o método*. São Paulo: UNESP, 2007.

FRANCO, M.C.P.; ALMEIDA, M.B.; CONCEIÇÃO, M.G.; LIMA, E.C.; AQUINO, T.V.; IGLESIAS, M.P.; MENDES, M.K.B.R. In: CUNHA, M.C.; ALMEIDA, M.B. (Orgs). *Enciclopédia da floresta*. São Paulo: Companhia das Letras, 2002. p. 249-281.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FUNDAÇÃO de Cultura e Comunicação Elias Mansur. *Povos indígenas no Acre*. Rio Branco: FEM, 2010.

GUARANTINI, C.C.I.; ZANONI, M.V.B. Corantes têxteis. *Química Nova*, n. 23, v. 1, p. 71-77, 2000.

GODOY, A.S. *Pesquisa qualitativa*: tipos fundamentais, 1995. Disponível em: <http://www.produçao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/392_pesquisa_qualitativa_godoy2.pdf>. Acesso em: 04 abr 2014.

GONDIM, M.S.C.; MÓL, G.S. Saberes populares e o ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. *Química Nova na Escola*, n. 30, p. 3-9, 2008.

KAXINAWÁ, I.; SALES, I. *Miyui Minia Kene*: história da arte de tecer. Rio Branco: Comissão Pró-índio do Acre, 2000.

LÉVI-STRAUSS, C. *O pensamento selvagem*. 12. ed. Campinas: Papirus, 2012.

MOGHADAMTOUSI, S.Z.; GOH, B.H.; CHAN, C.K.; SHABAB, T.; KADIR, H.A. Biological activities and phytochemicals of *Swietenia macrophylla* king. *Molecules*, 18, p. 10465-10483, 2013.

PAIXÃO, F.; PEREIRA, M.M.; CACHAPUZ, A. Cores e corantes dos bordados de Castelo Branco: interação de contextos formais e não formais na educação em química. *Educació Química - Eduq*, n. 12, p. 20-28, 2012.

PICCOLI, H.H. *Determinação do comportamento tintorial de corantes naturais em substrato de algodão*. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92146/260091.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 jul. 2015.

PINTÃO, A.M.; SILVA, I.F. A verdade sobre o açafrão. In: WORKSHOP PLANTAS MEDICINAIS E FITOTERAPÊUTICAS NOS TRÓPICOS. *Anais...* Lisboa, 2008. Disponível em: <http://www2.iict.pt/?idc=66&idi=13500>. Acesso em: 15 set. 2014.

ROQUERO, A. Identification of red dyes in textiles from the Andean region. In: TEXTILE SOCIETY OF AMERICA SYMPOSIUM PROCEEDINGS. *Anais...* Honolulu: 2008. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/tsaconf/230/>. Acesso em: 15 set. 2014.

SHARKHASHIRI, B.Z. *Chemical demonstrations*: a hadbook for teachers of chemistry. v. 3. Madison: University of Wisconsin Press, 1989.

SILVA, M.R. Um pouco sobre a história dos povos indígenas do Acre. In: FUNDAÇÃO de Cultura e Comunicação Elias Mansur. *Povos indígenas no Acre*. Rio Branco: FEM, 2010. p. 11-17.

SUETH-SANTIAGO, V.; MENDES-SILVA, G.P.; DECOTÉ-RICARDO, D.; LIMA, M.E.F. Curcumina, o pó dourado do açafrão da terra: introspecções sobre a química e atividades biológicas. *Química Nova*, v. 38, n. 4, p. 538-552, 2015.

TARU ANDÉ: O encontro do céu com a terra. Ep. 07: Kaxinawá – o povo Huni Kuin. Produção: Ailton Krenak e Marco Altberg. São Paulo: Indiana & Altberg para CNN, 2007. Disponível em: <http://vimeo.com/10630523>. Acesso em: 31 out. 2014.

TRÉZ, T.A. Fayerabend, interculturalismo e etnobiologia: algumas possíveis articulações no ensino de biologia. *Biotemas*, v. 24, n. 3, p. 129-140, 2011.

Para saber mais

CHASSOT, A. Saberes primevos fazendo-se saberes escolares. IN: _____. *Sete escritos sobre educação e ciências*. São Paulo: Cortez, 2008. p. 197-222.

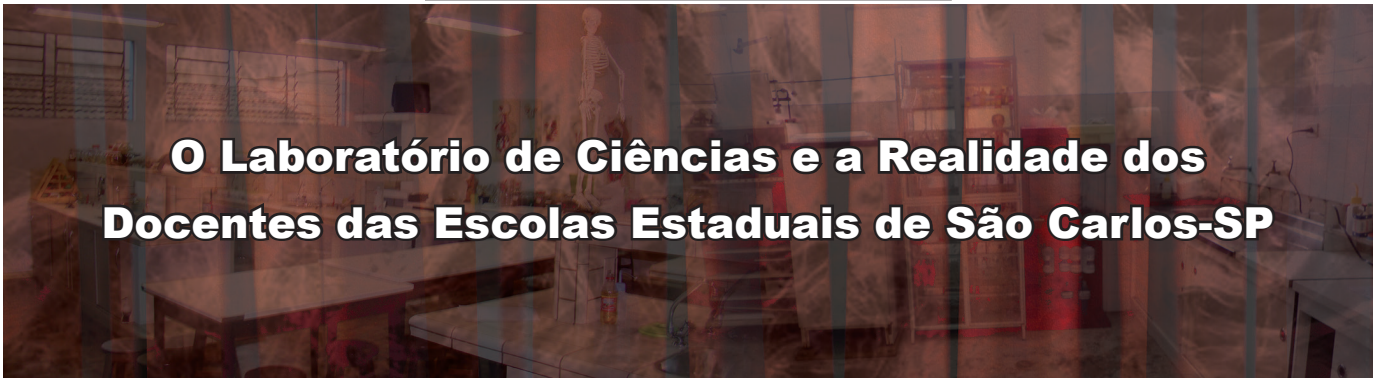
_____. A pesquisa de saberes primevos catalisando a indisciplinaridade. In: AZEVEDO, J.C.; REIS, J.T. (Orgs.). *O ensino médio e os desafios da experiência*: movimentos da prática. São Paulo: Fundação Santillana e Moderna, 2014. p. 115-133.

REGIANI, A.M. (Org). *Conhecimentos tradicionais e química*: possíveis aproximações. Curitiba: CRV, 2014.

Abstract: *The Huni Kuin Weaving and the Teaching of Chemistry.* This study aimed to approximate chemical content and traditional knowledge from the study of Huni Kuin weaving. Data collection occurred through ethnographic and bibliographic research. An experimental practice for chemistry lessons is presented. We show that it is possible the inclusion of indigenous culture as a transversal theme for chemical education.

Keywords: natural colorants, weaving, Huni Kuin, traditional knowledge, pH

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160029



O Laboratório de Ciências e a Realidade dos Docentes das Escolas Estaduais de São Carlos-SP

Tiago Yamazaki Izumida Andrade e Michelle Budke Costa

Objetivou-se verificar quais são as dificuldades que os professores de ciências naturais encontram para realizar aulas práticas que vão além da existência do laboratório didático. Coletaram-se os dados por meio de questionário aplicado a 24 professores de ciências naturais de cinco escolas estaduais. Constatou-se que a existência do laboratório não garante a realização de aulas práticas. Os professores se queixaram da carga excessiva de aulas; grande número de alunos por classe; indisciplina; falta de materiais e manutenção dos laboratórios; falta de reconhecimento profissional; falta de apoio da direção/coordenação; e deficiência na formação inicial. Faz-se necessária a criação de políticas públicas que realmente contribuam para a melhoria da educação e que valorizem todos os profissionais envolvidos nesse processo para que possam ter melhores condições de trabalho e tempo para se especializarem e prepararem melhor suas aulas.

▶ laboratório de ciências, aulas práticas, dificuldades dos professores ◀

Recebido em 25/01/2015, aceito em 15/03/2015

Há tempos, vem se debatendo a importância das aulas práticas laboratoriais para o ensino de ciências naturais, tanto no meio acadêmico quanto entre os docentes responsáveis pelo ensino das disciplinas relacionadas a essa área. Mesmo havendo um consenso entre esses atores educacionais, na prática, é evidenciada uma carência desse tipo de aula, principalmente nas escolas públicas.

Essa é uma realidade que o pesquisador do presente trabalho se deparou ao lecionar em escolas públicas na cidade de São Carlos (SP). Nessa ocasião, foi possível perceber que, mesmo as escolas apresentando laboratórios de ciências, estes não eram utilizados pelos professores. Além disso, por falta de uso, esses espaços passaram a servir como depósitos para equipamentos não utilizados por essas instituições de ensino. Foi a partir dessas constatações e inquietações que ocorreu a construção da presente pesquisa, no intuito de entender melhor esse fenômeno educativo que acaba gerando um paradoxo, no qual se sabe da importância das aulas práticas para o ensino de ciências, mas estas não são realizadas.

Dessa forma, pensou-se na hipótese de que as dificuldades que os professores encontram para realizar atividades práticas vão além da existência de um espaço físico, o laboratório. Nesse sentido, objetivou-se analisar quais são as reais dificuldades encontradas pelos professores na realização de aulas práticas de ciências naturais, que vão além da existência do laboratório didático.

[...] pensou-se na hipótese de que as dificuldades que os professores encontram para realizar atividades práticas vão além da existência de um espaço físico, o laboratório. Nesse sentido, objetivou-se analisar quais são as reais dificuldades encontradas pelos professores na realização de aulas práticas de ciências naturais, que vão além da existência do laboratório didático.

Dessa forma, este trabalho pode gerar contribuições pertinentes ao ensino de ciências, uma vez que proporcionou discussões sobre os entraves encontrados pelos professores no contexto das aulas práticas, bem como a possibilidade de tecer reflexões sobre possíveis soluções para poder sanar tais.

Aulas práticas e o ensino de ciências

As atividades práticas experimentais estão presentes no ensino de ciências desde sua origem e, nas últimas décadas, muitos trabalhos na área de ensino de ciências vêm

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

abordando essa temática, demonstrando que, em geral, os docentes acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução dessas aulas no currículo escolar (Borges, 1997; Assis; Laburú; Salvadego, 2009; Laburú, 2006).

Alguns autores preocuparam-se em analisar esse tipo de aula, seja num contexto positivo, ao chamarem atenção para as finalidades das atividades práticas experimentais como facilitadoras do ensino e da aprendizagem em ciências, seja num contexto crítico, quando criticam a postura excessivamente empírica da ciência ou quando se consideram essas atividades como *recuperadoras* da qualidade do ensino de Ciências compulsoriamente (Gusmão; Golbach; Capilé, 2011; Araújo; Abib, 2003).

Embora as aulas práticas sejam importantes, não correspondem à salvação para o aprendizado de ciências naturais (Borges, 2002). Além disso, segundo esse autor, essas atividades não necessitam de um ambiente especial para sua realização nem demanda de equipamentos sofisticados e caros. É necessário que haja planejamento e clareza dos objetivos das atividades propostas pelo professor, seria relevante também promover a consonância entre o ensino teórico e o ensino experimental, permitindo ao estudante integrar os dois tipos de conhecimento. No entanto, nem todos os professores conseguem explorar todo o potencial que as aulas práticas podem abarcar, já que o cotidiano escolar é permeado por vários fatores conjunturais que acabam criando empecilhos para o trabalho docente.

Além da problemática da falta de exploração do potencial das aulas práticas, os professores esbarram em diversos fatores que interferem na realização destas. De acordo com Galiazzi et al. (2001), é de comum acordo entre os professores o caráter transformador dessas atividades, mas a vivência em escolas evidencia a quase inexistência destas. Alguns autores realizaram pesquisas buscando entender o que interfere na realização das aulas práticas. Os resultados que eles chegaram foram elucidados no tópico seguinte.

Dificuldades em realizar aulas práticas de ciências naturais

Como foi mencionado anteriormente, é de comum acordo entre os professores e pesquisadores da área de ensino de ciências a importância das aulas práticas, mas nem sempre elas são realizadas. A inexistência de laboratório é um dos fatores mais citados dentre os trabalhos que buscam verificar os empecilhos para a realização de aulas práticas. No entanto, muitas escolas possuem esses espaços, porém estes não são utilizados.

Segundo Marandino et al. (2009), além da falta de infraestrutura, os principais motivos para a não realização de aulas práticas no ensino de ciências são "o tempo curricular, a insegurança em ministrar essas aulas e a falta de controle sobre um número grande de estudantes dentro de um espaço desafiador como o laboratório" (p. 108).

Complementado as constatações de Marandino et al. (2009), Borges (2002) verificou em seu estudo que muitas escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios, mas por várias razões, nunca são utilizados. Dentre essas razões, cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para a compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; e laboratório fechado e sem manutenção (Silva; Moraes; Cunha, 2011; Borges, 2002).

Alguns autores criticam os professores pelo descaso com atividades práticas, dizendo que esses docentes se baseiam no discurso da falta para não realizarem essas atividades (Salvadego; Laburú; Barros, 2009). No entanto, não analisam a fundo o porquê desse descaso. Segundo Silva e Fernandes (2006), a qualidade do trabalho do professor está vinculada a uma série de condições, tais como: tamanho das turmas a que atende; número de aulas semanais; tempo disponível para preparação das aulas; presença de profissional preparado para o acompanhamento e apoio sistemático da sua prática educativa; qualidade dos recursos didáticos existentes na escola; local próprio para reuniões de estudo; além de uma remuneração digna. Para esses autores, a motivação do professor vem primeiro que a motivação do aluno, pois um professor desmotivado não consegue cativar seus alunos, influenciando de forma negativa na sua atuação profissional dentro e fora da sala de aula.

[...] vale ressaltar que muitos professores de ciências naturais têm uma formação inicial deficiente, abordando as aulas práticas laboratoriais de forma simplista e sem o preparo didático para lidar com o ensino básico. Em muitas licenciaturas, essas aulas acabam seguindo o modelo da passividade do aluno, na qual o docente propõe a prática por meio de um roteiro e o aluno a realiza de forma mecânica e acrítica.

Além disso, vale ressaltar que muitos professores de ciências naturais têm uma formação inicial deficiente, abordando as aulas práticas laboratoriais de forma simplista e sem o preparo didático para lidar com o ensino básico. Em muitas licenciaturas, essas aulas acabam seguindo o modelo da passividade do aluno, na qual o docente propõe a prática por meio de um roteiro e o aluno a realiza de forma mecânica e acrítica. Dessa forma, quando formado, esse aluno/professor tenderá a reproduzir as atividades experimentais que aprendeu, ou seja, de forma a não explorar toda sua potencialidade (Bueno; Kovaliczn, 2008).

A partir dessas reflexões é que se constituiu a presente pesquisa, a qual objetivou verificar quais são os fatores que interferem na realização de aulas práticas de ciências que vão além da existência do laboratório didático. Para isso, foram utilizados alguns procedimentos metodológicos explicitados a seguir.

Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa está embasada nos pressupostos

da pesquisa qualitativa. De acordo com Gómez, Flores e Jiménez (1999), esse tipo de pesquisa se ocupa de conhecer e estudar as experiências vivenciadas pelos sujeitos no local em que se desenvolvem, buscando interpretar os fenômenos de acordo com os significados destes assumidos pelas pessoas implicadas no contexto analisado.

Nessa perspectiva, o investigador não descobre o conhecimento, mas este é construído durante todo o processo e é a ele que se atribui maior sentido e não ao produto final, ou seja, todo o caminho percorrido pelo pesquisador durante o processo de elaboração da pesquisa, coleta de dados, análise e conclusões são importantes (Gómez; Flores; Jiménez, 1999).

A pesquisa foi realizada no município de São Carlos, localizado na região centro-leste do estado de São Paulo. Quanto ao aspecto educacional, a Diretoria Regional de Ensino de São Carlos, órgão ligado à Secretaria do Estado da Educação, cuida de 29.889 alunos distribuídos em 42 escolas, sendo que 30 delas pertencem ao município, e as outras estão distribuídas nas cidades vizinhas. Para a presente pesquisa, foram selecionadas as escolas estaduais de São Carlos que apresentavam laboratório didático de ciências em suas dependências. Dessa forma, trabalhou-se com cinco estabelecimentos que se enquadravam nesse perfil. Para manter o sigilo sobre as identidades das instituições de ensino participantes deste estudo, estas foram tratadas por A, B, C, D, E, quando mencionadas no trabalho.

Para a presente pesquisa, foram selecionadas as escolas estaduais de São Carlos que apresentavam laboratório didático de ciências em suas dependências. Dessa forma, trabalhou-se com cinco estabelecimentos que se enquadravam nesse perfil.

Participaram da presente pesquisa 24 professores de ciências naturais (ciências, biologia, química e física) dessas escolas. Além dos professores, também foram coletados dados com as diretoras e/ou coordenadoras dessas instituições, bem como com a professora coordenadora de oficina pedagógica (PCOP) de química da Diretoria de Ensino de São Carlos, as quais forneceram informações sobre a caracterização das escolas e a existência de laboratório nestas. Para resguardar o sigilo dos participantes, quando mencionados no texto, estes serão tratados por Prof, seguido por um número que identifica quem ele é e pela letra que identifica a escola a que pertence. Para exemplificar: Prof 1A, significa que é o professor 1 da escola A e assim por diante.

Objetivando conhecer quais são as dificuldades em realizar atividades práticas apresentadas pelos professores, foi aplicado um questionário a estes. Para isso, formularam-se questões que permitissem conhecer tais dificuldades, bem como a influência de sua formação e de fatores externos à escola que julgavam interferir nas suas práticas. Os questionários foram elaborados, portanto, visando à obtenção de informações que, ao serem interpretadas, pudessem responder aos objetivos propostos.

O encontro com os professores foi marcado para acontecer durante as reuniões de Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC) de cada escola. Nesse momento, foi exposta a proposta da pesquisa. Em um primeiro momento, estes demonstraram interesse em responder ao questionário. No entanto, houve os que criticaram as pesquisas realizadas na escola em função da falta de retorno, por parte dos pesquisadores, dos resultados obtidos nos projetos por eles desenvolvidos, o que os fazia sentirem-se meros objetos de estudo. De acordo com Telles (2002), esse discurso antipesquisa proclamado pelos professores se deve à falta de ética de muitos pesquisadores da área de educação, que coletam seus dados nas instituições e não retornam para elucidar e discutir com os diferentes atores os resultados encontrados durante o processo.

Por isso, foi explicada a importância da cooperação dos professores para o andamento da pesquisa e o pesquisador permaneceu na sala durante o período para esclarecer as dúvidas que eventualmente surgissem. No entanto, nem todos os professores que deveriam participar da pesquisa quiseram responder ao questionário, mesmo assim, seu direito de escolha foi acatado e buscou-se interpretar as informações obtidas por meio das respostas dos 24 professores que foram solícitos à presente pesquisa.

Para analisar os dados coletados, utilizou-se a técnica da Análise de Conteúdo (AC) (Bardin, 2009), buscando responder aos objetivos propostos, acatando Oliveira et al. (2003), com respeito ao objetivo final da AC, que é fornecer indicadores úteis aos objetivos da pesquisa.

De acordo com Bardin (2009), o processo de AC segue três etapas as quais estão organizadas em "pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados (inferência e a interpretação)".

Buscando cumprir a primeira dessas três fases, focalizaram-se as análises dos questionários aplicados aos professores. Nessa etapa, os dados foram tabulados e organizados de forma que tornassem mais fácil o processo de análise como pode ser visto no Quadro 1.

A segunda etapa da pré-análise consiste na formulação de hipóteses. Assim, após o primeiro contato com o material e as leituras dos referenciais teóricos que embasaram o trabalho, foram construídas algumas hipóteses como: a existência de laboratório de ciências não garante a aplicação de aulas práticas experimentais; existem diversos fatores inerentes ao fenômeno educativo que interferem na realização das atividades práticas.

Formuladas as hipóteses, buscou-se a elaboração de indicadores que permitissem a extração das categorias de análise. Estes surgiram à medida que se precedia a sistematização inicial dos dados. Assim, as categorias de análises foram emergindo durante o processo de exploração do material, à qual se refere a próxima etapa da AC.

Uma vez terminada a fase de pré-análise, fez-se a exploração do material. Nessa etapa, os dados brutos obtidos foram codificados, visando alcançar o núcleo de compreensão do

Quadro 1: Tabulação dos dados: relação entre a carga de trabalho dos professores e as dificuldades encontradas em realizar as aulas práticas.

Professores participantes da pesquisa	Quantidade de aulas semanais	Períodos em que lecionam				Subcategorias das dificuldades em realizar aulas práticas em unidades de análise				
			Um período	Dois períodos	Três períodos	Falta de tempo	Indisciplina	Muito aluno por sala	Deficiência na formação	Falta de materiais
Prof 1A	29		X				X	X	X	
Prof 2A	28			X						
Prof 3A	32				X	X		X		
Prof 1B	30				X	X	X		X	
Prof 2B	32			X		X	X			
Prof 3B	50				X	X	X			
Prof 4B	30			X		X	X			
Prof 5B	36			X		X	X	X	X	
Prof 6B	24			X			X	X		
Prof 1C	36				X	X	X	X		
Prof 2C	16			X			X	X		
Prof 3C	24			X			X	X	X	
Prof 4C	18			X		X	X	X	X	
Prof 5C	32			X		X	X	X		
Prof 6C	42				X		X	X		
Prof 7C	27			X		X	X	X		
Prof 1D	32			X						
Prof 2D	41			X		X				X
Prof 3D	40			X		X		X		X
Prof 4D	19		X							X
Prof 1E	16			X			X			
Prof 2E	32			X		X				X
Prof 3E	16			X		X				
Prof 4E	28		X			X				X
Média de aulas semanais	30	Total	3	16	5	15	15	12	5	5

texto. Essa codificação, segundo Bardin (2009), envolve recorte, contagem, classificação, desconto ou enumeração dos dados.

É nessa fase que se extraem as categorias de análise para o posterior aprofundamento das interpretações e para as discussões críticas sobre a realidade estudada. Nessa etapa, extraíram-se, portanto, as informações de interesse presentes nos dados para incluí-las nas categorias de análise, referentes aos empecilhos que dificultam a realização de aulas práticas no cotidiano das escolas estaduais de São Carlos. Assim, pode-se analisar e discutir os dados diante das hipóteses formuladas e embasados nos referenciais teóricos pertinentes.

Resultados e discussão

A conjuntura profissional e as implicações na realização das aulas práticas

Neste tópico, apresentou-se como a conjuntura educacional profissional do professor interfere na execução de aulas práticas experimentais, considerando a frequência de realização dessas aulas; as dificuldades que os docentes encontram para a realização destas; e outros fatores que podem interferir nesse processo, de acordo com as respostas proferidas pelos professores.

Verificou-se que a maioria dos professores (18) disse que realizava aulas práticas, porém com pouca frequência. Quando questionados sobre as dificuldades em realizar essas aulas, 20 disseram ter dificuldades, apenas 1 professor (Prof 2A) disse não ter nenhuma e 3 (Prof 1D; Prof 1E; Prof 3E) não responderam a essa questão. Quanto às dificuldades, estas estão no Gráfico 1.

Os principais problemas citados pelos docentes foram a carga excessiva de aulas semanais, "Falta de tempo" (29%), bem como a indisciplina (29%) e o grande número de alunos por sala (23%).

O Prof 2A foi o único que disse realizar aulas práticas com mais frequência e que não encontra dificuldades para a realização destas. Segundo as informações obtidas por meio de uma resposta, essa situação ocorre porque o professor em

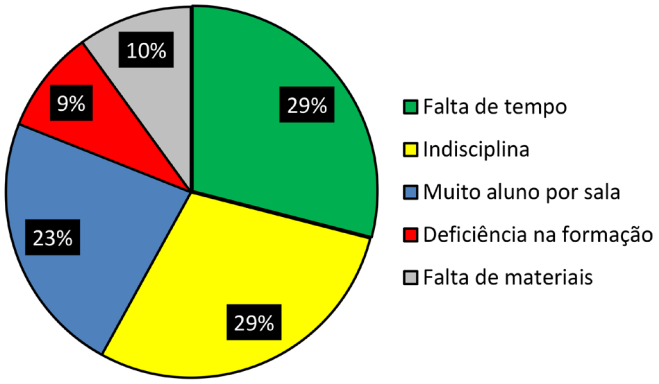


Gráfico 1: Dificuldades em realizar aulas práticas citadas pelos professores

questão trabalha em conjunto com estagiários bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) como podemos verificar no excerto a seguir: *"Os estagiários do PIBID tem dado suporte para o desenvolvimento das aulas práticas, trazendo atividades diferenciadas para as aulas"* (Prof 2A).

Essa constatação mostra a importância da parceria entre a universidade e as escolas do ensino básico no que diz respeito à troca mútua de saberes, principalmente em se tratando do PIBID, no qual tanto os graduandos são beneficiados com os saberes adquiridos na prática do ambiente escolar, quanto as escolas que recebem os conhecimentos teóricos e técnicos advindos da universidade.

Os dados tabulados no Quadro 1 e no Gráfico 1 corroboram com as pesquisas de Marandino et al. (2009); Silva, Moraes e Cunha (2011); Borges (2002); dentre outros pesquisadores que se aventuraram em verificar as dificuldades encontradas para realizar aulas práticas em laboratório.

Atualmente a condição de trabalho dos docentes das escolas públicas estaduais é precária. Ao analisar os dados, é possível verificar que a carga horária dos docentes é extensa: em média, eles trabalham 30 horas semanais, e a maioria (16) em pelo menos 2 escolas diferentes, isso sem contar os horários de ATPC e de preparação de aulas; correções de provas; entre outras atividades que não são realizadas dentro de sala de aula, mas que tem relação com o processo de ensino. De acordo com Silva e Fernandes (2006), a qualidade das aulas está diretamente relacionadas às condições trabalhistas e conjunturais em que os professores estão inseridos.

O governo federal promulgou em 2008 a Lei n. 11.738 que estabelece o teto salarial e a composição da jornada de trabalho para os profissionais do magistério público da educação básica. No parágrafo 4º do artigo 2º desse documento, está explícita a composição da jornada de trabalho: observar-se-á o limite máximo de 2/3 (dois terços) da carga horária para o desempenho das atividades de interação com os educandos (Brasil, 2008). Essa lei valoriza o profissional da educação básica pública do país, mas o governo do estado de São Paulo ainda não a cumpriu na íntegra, pois não respeita a jornada de trabalho promulgada pela lei. Dessa forma, os professores acabam trabalhando mais do que recebem pelo seu serviço prestado à comunidade, o que compromete a qualidade de ensino, de vida e de autoestima, pois não enxergam a valorização do seu trabalho.

Outro problema enfrentado na maioria das escolas estaduais é a superlotação das salas de aula. É comum encontrar nessas escolas salas de aula com mais de 40 alunos. Dessa forma, é humanamente impossível ministrar uma aula de qualidade nesse ambiente, já que a grande quantidade de alunos acaba gerando indisciplina. Além disso, como mencionados pelos professores participantes da pesquisa, são inviáveis a permanência e o controle desses alunos em um laboratório, por isso, não são realizadas aulas práticas.

Além dos problemas apresentados anteriormente e que são semelhantes aos encontrados em pesquisas que abordam essa temática, foi possível também encontrar algumas questões peculiares como as apresentadas por dois professores, um da área de física (Prof 5C) e outro da área de química (Prof 6B), como se pode verificar nos trechos a seguir:

"A carga horária de trabalho semanal é muito pesada, não tenho tempo para prepara as práticas. As salas estão lotadas de alunos, não tenho como levá-los para o laboratório. ***Além disso, só tenho 2 aulas por turma, não tenho como dar conta do conteúdo e da prática ao mesmo tempo***". (Prof 5C)

"Indisponibilidade de tempo e recurso. Além disso, os alunos são muitos e em alguns casos muito indisciplinados, tornando a ida ao laboratório mais difícil. ***Também tem o problema de poucas aulas por turma durante a semana.***" (Prof 6B)

A carga horária semanal das disciplinas de ciências naturais (física, química e biologia) no ensino médio é de apenas duas aulas, o que acaba comprometendo a exploração das diferentes possibilidades de se trabalhar com o conteúdo curricular que deve ser administrado durante os três anos desse ciclo.

Como podem ser verificados nos trechos grifados, os dois professores trazem um novo problema que os impedem de inserir aulas práticas em suas atividades de ensino, que é a quantidade de aulas por turma. A carga horária semanal das disciplinas de ciências naturais (física, química e biologia) no ensino médio é de apenas duas aulas, o que acaba comprometendo a exploração das diferentes possibilidades de se trabalhar com o conteúdo curricular que deve ser administrado durante os três anos desse ciclo.

A falta de materiais também foi exposta como um dos problemas enfrentados pelos professores quando desejam realizar uma aula prática. De acordo com Silva, Moraes e Cunha (2011), a falta de recursos para a compra de componentes e materiais de reposição, além da falta de manutenção dos laboratórios, é sério empecilho que deve ser solucionado para a melhoria do ensino de ciências nas escolas públicas.

A deficiência na formação inicial foi apontada por cinco

dos docentes participantes da pesquisa. Essa constatação corrobora com as críticas feitas por Bueno e Kovaliczn (2008) sobre a fragilidade das licenciaturas em preparar o professor para explorar toda potencialidade das aulas práticas. A deficiência na formação inicial acarreta uma ineficiência para lidar com problemas inerentes à prática docente. Assim, o professor acaba não tendo subsídios teóricos e técnicos para lidar com situações do seu cotidiano escolar, empobrecendo sua atividade docente por não possibilitar o alcance de novos saberes e uma visão holística do fenômeno educativo.

Quando perguntados o que poderia ser feito para sanar as dificuldades em realizar as aulas práticas, os professores mencionaram a melhoria nas condições de trabalho, no que diz respeito à valorização profissional; diminuição de alunos por sala; formação continuada; colaboração da direção/coordenação; monitor para as aulas práticas; equipar os laboratórios.

Todos os professores disseram que a existência de laboratório não garante a realização de aulas práticas. Para eles, é preciso que sejam sanados alguns empecilhos que os impedem de realizar esse tipo de atividade para que possam concretizar sua prática docente de forma digna e comprometida com seus alunos e com a comunidade.

Considerações finais

A análise dos dados evidenciou que, para os professores participantes desta pesquisa, a existência de laboratório por si só não garante a realização de aulas práticas, pois existem vários entraves que impossibilitam a realização destas como a deficiência na formação inicial, a carga excessiva de aulas, o grande número de alunos por classe, falta de materiais e manutenção dos laboratórios, falta de reconhecimento profissional, falta de apoio da direção/coordenação, indisciplina, entre outros.

Embora alguns pesquisadores coloquem os professores no centro das discussões sobre o descaso com as aulas práticas, é injusto culpá-los por um problema de escala maior. Precisam-se discutir as verdadeiras causas desse descaso, analisar a fundo as conjunturas educacionais, políticas e sociais nas quais os educadores e educandos estão inseridos e, dessa forma, discutir racionalmente soluções para que ocorram mudanças significativas na educação.

Apesar desses problemas, os professores demonstraram conhecer a importância das aulas práticas para o ensino de ciência. A grande maioria também disse realizar aulas práticas, mesmo que pouco frequente.

Além disso, foi possível verificar que o estreitamento das relações entre as universidades e as escolas públicas pode favorecer a melhoria do ensino básico como, por exemplo, a implementação do PIBID, que beneficia tanto os licenciandos quando as escolas participantes desse programa.

Como foi possível verificar durante a leitura deste manuscrito, existem vários problemas enfrentados no cotidiano escolar que atrapalham todo o processo educativo e não apenas a realização das aulas práticas. Esses problemas vão além dos muros escolares, pois perpassam pela formação inicial dos docentes, pela realidade social da comunidade escolar e pelas políticas educacionais.

Embora alguns pesquisadores coloquem os professores no centro das discussões sobre o descaso com as aulas práticas, é injusto culpá-los por um problema de escala maior. Precisam-se discutir as verdadeiras causas desse descaso, analisar a fundo as conjunturas educacionais, políticas e sociais nas quais os educadores e educandos estão inseridos e, dessa forma, discutir racionalmente soluções para que ocorram mudanças significativas na educação.

Durante o texto, foi apontada a deficiência na formação inicial dos licenciandos, ou seja, a universidade – aquela que produz o conhecimento e que, muitas vezes, critica a atuação dos professores – não está cumprindo uma de suas funções que é o ensino de qualidade. Por isso, é preciso que os currículos das licenciaturas relacionadas à área de ciências naturais sejam revistos, possibilitando a formação de professores capazes de (re)pensarem sua atuação profissional, bem como serem críticos e solidários para lutarem de forma conjunto por seus direitos trabalhistas.

Também é preciso ressaltar a importância do estreitamento das relações entre as universidades e as escolas de ensino básico, de maneira que o saber acadêmico, aliado ao conhecimento sobre as necessidades da população e ao cotidiano da comunidade e das escolas, possa contribuir para a superação de um ensino descontextualizado e de pesquisas sem aplicação na realidade. Além disso, os professores podem se beneficiar com os cursos de formação continuada, e os licenciados, com projetos e estágios no cotidiano escolar.

As aulas práticas experimentais por si não são garantia de melhoria do ensino de disciplinas relacionadas às ciências naturais nem tampouco mudará a situação da educação pública do país. O ensino público vem enfrentando sérios problemas políticos e estruturais que refletem nas condições concretas de trabalho dos docentes, os quais são obrigados a trabalhar sob condições precárias que lhes impossibilitam, muitas vezes, de realizar suas atividades de forma digna. Para reverter esse quadro, seria preciso, além de uma adequada formação docente, a criação de políticas públicas que realmente contribuíssem para a melhoria da educação e que valorizassem todos os profissionais envolvidos nesse processo.

Tiago Yamazaki Izumida Andrade (tiago.yandrade@gmail.com), licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos, mestre em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), é doutorando em Educação para a Ciência (UNESP) e atua como professor de ciências e biologia no ensino básico. São Carlos, SP - BR. **Michelle Budke Costa** (michelleb@utfpr.edu.br), licenciada em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestre em Química pela Universidade Federal de Santa Maria (2004), doutora em síntese orgânica pela UFSM na área de Química de Heterociclos, é professora adjunta da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, PR – BR.

Referências

ARAUJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Rev. Bras. Ensino Fís*. v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

ASSIS, A.; LABURU, C.E.; SALVADEGO, W.N.C. A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 9, p. 1, 2009.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 4. ed. Lisboa: LDA, 2009.

BORGES, A.T. O papel do laboratório no ensino de ciências. In: MOREIRA, M. A.; ZYLBERSZTA J.N.A.; DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.P. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997. *Atas*... Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1997. p. 2-11.

_____. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. *Lei 11738*, de 16 de julho de 2008 – Piso salarial profissional nacional para os profissionais do magistério público da educação básica. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11738.htm. Acesso em: 02/02/2014.

BUENO, R.S.M.; KOVALICZN, R.A. *O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais*. Curitiba: SEED-PR; PDE, 2008. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf. Acesso em: 22 nov. 2013.

GALIAZZI, M.C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/08.pdf. Acesso em: 24 nov. 2013.

GOMEZ, G.R.; FLORES, J.; JIMÈNEZ, E. *Metodologia de la investigacion cualitativa*. Malaga: Aljibe. 1996.

GUSMÃO, G.; GOLDBACH, T.; CAPILÉ, B.R. Reflexões sobre materiais de apoio para atividades práticas para o ensino de biologia: percepções de docentes e de licenciandos. *Revista Ciências & Ideias*, v. 3, p. 1-13, 2011.

LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de biologia*: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

OLIVEIRA, A.C.L.; MATHEUS, F.S.; RONEY, P.S.; BRESSAN, T.V. *Cadernos de educação ambiental*: ecoturismo. Secretaria do Meio Ambiente Ecoturismo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Fundação Florestal. São Paulo: SMA, 2010.

SALVADEGO, W.N.C.; LABURU, C.E.; BARROS, M.A. Uso de atividades experimentais pelo professor das ciências naturais no ensino médio: relação com o saber profissional. In: CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA. 1., 2009. *Atas*... Londrina: UEL, 2009.

SILVA, F.S.S.; MORAES, L.J.O; CUNHA, I.P.R. Dificuldades dos professores de biologia em ministrar aulas práticas em escolas públicas e privadas do munícipio de Imperatriz-MA. *Revista UNI*, v. 1, p. 135-149, 2011.

SILVA, M.H.G.F.D.M; FERNANDE, J.S.F. As condições de trabalho dos professores e o trabalho coletivo: mais uma armadilha das reformas educacionais neoliberais. In: SEMINÁRIO DA REDESTRADO. 6., 2006. *Atas*... Rio de Janeiro: UERJ, 2006.

TELLES, J.A. É pesquisa, é? Ah, não quero, não, bem! Sobre pesquisa acadêmica e sua relação com a prática do professor de línguas. *Linguagem & Ensino*, UCPel, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 91-116, 2002.

Abstract: *The science lab and teachers´ reality in public schools of São Carlos-SP.* The aim of this study was to verify what are the difficulties that Natural Sciences teachers have to carry out practical lessons that go beyond the existence of the didactic laboratory. Data were collected through a questionnaire applied to 24 Natural Sciences teachers of 5 state schools. It was found that the existence of the lab does not guarantee the realization of practical classes. Teachers complained of excessive teaching load; large number of students per class; indiscipline; lack of materials and maintenance of laboratories; lack of professional recognition; lack of management support / coordination and deficiency in basic training. It is necessary to create public policies that actually contribute to the improvement of education and that value all professionals involved in this process, so they can have better working conditions and time to specialize and better prepare their classes

Keywords: science lab, practical classes, teachers´ difficulties

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160030

Os Alambiques no Brasil Colônia: Uma Proposta de Abordagem Histórica e Social no Ensino de Ciências

Haira Emanuela Gandolfi, Thayse Zambon Barbosa Aragão e Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa

Alambiques são equipamentos empregados desde a antiguidade na realização de destilação de misturas e, na história brasileira, surgem no período colonial, associados à cana-de-açúcar e ao álcool, dominando por muito tempo nosso comércio e investimentos técnicos e científicos. Neste trabalho, elaboramos e apresentamos uma sugestão de atividade interdisciplinar para o ensino de ciências, a partir de uma abordagem histórica e social da exploração da cana-de-açúcar no Brasil Colônia, incluindo análise de imagens de um alambique presente em um museu virtual e de textos históricos do final do século XVIII. Buscamos a compreensão do momento histórico de construção e uso desse equipamento, com destaque para a história das ciências e das técnicas, a fim de demonstrar e ressaltar seu potencial educacional para o ensino de ciências.

▶ ensino de ciências, história da ciência, interdisciplinaridade ◀

Recebido em 01/10/2014, aceito em 14/06/2015

O ensino de ciências, desde a década de 1970, tornou-se foco de diferentes estudos que buscam compreender e refletir acerca de seus objetivos dentro do mundo contemporâneo. Espera-se uma formação de cidadãos atuantes na sociedade, dotados de habilidades e competências que lhes permitam a análise crítica do ambiente e da tecnologia ao seu redor. Há tempos, advoga-se a necessidade de superação de um ensino em que são privilegiados processos de memorização e padronização de exercícios (Campos; Cachapuz, 1997; Mortimer et al., 2000; Gooday et al., 2008), modelo de ensino de ciências fortemente vinculado às noções de conhecimento instrumental e eficiência. Esse modelo traz grandes prejuízos à desejada formação de cidadãos críticos, contribuindo para a criação de uma visão distorcida da ciência e da tecnologia, como a noção de que a ciência dá acesso a verdades definitivas, de que seus experimentos são objetivos e confiáveis e de que se trata de uma atividade neutra, desconectada de questões sociais (Hodson, 1985).

Atualmente, espera-se que o ensino de ciências traga às aulas a elucidação – ou ao menos a problematização – de como os conteúdos se relacionam ao cotidiano e ao contexto social dos alunos, deixando de apresentar apenas temas desconexos e técnicas relacionadas à resolução de exercícios.

Atualmente, espera-se que o ensino de ciências traga às aulas a elucidação – ou ao menos a problematização – de como os conteúdos se relacionam ao cotidiano e ao contexto social dos alunos, deixando de apresentar apenas temas desconexos e técnicas relacionadas à resolução de exercícios. Ademais, almeja-se que os alunos sejam formados de maneira que possam colocar-se criticamente frente às questões éticas e às interações das pesquisas científicas, aprendendo ciência e sobre ciência (Hodson, 1992; 2008).

Nessa perspectiva, como uma alternativa de abordagem, vêm surgindo propostas que prestam especial atenção aos processos envolvidos na produção do conhecimento científico e ao funcionamento da sociedade tecnológica e, como metodologia de trabalho, tem sido defendida a inserção da história e da filosofia das ciências (HFC) nas salas de aula. Lembramos que sugestões de associação da HFC à educação começaram a surgir no período pós-Segunda Guerra, como possibilidade de reflexão sobre relações entre ciência, tecnologia e sociedade, dentre as quais se destaca a

conhecida proposta da Universidade de Harvard, lançada e implantada por James B. Conant, em 1950, com os *Harvard Case Studies*, voltada a estudos de casos históricos e análises de processos científicos.

Desde então, muitos foram os trabalhos e abordagens desenvolvidos no sentido de refletir a respeito e propor a inserção da HFC, seja no nível superior, seja no nível básico de ensino, e seus diversos papéis nesses contextos já foram apresentados e sistematizados por vários autores (Collins; Shapin, 1989; Hodson, 2008; Alvarez-Lire et al., 2013). Em trabalho publicado originalmente em 1992, Matthews (1995) realiza uma extensa compilação dessas ideias: a HFC pode motivar os estudantes principalmente ao humanizar a disciplina científica, promovendo também uma análise do desenvolvimento e aperfeiçoamento dos conhecimentos, demonstrando então a mutabilidade e instabilidade da ciência.

No contexto do ensino de química, há um crescente interesse na inserção da HFC em nossas salas de aulas e alguns trabalhos, teóricos e empíricos, vêm sendo divulgados (Gilbert; Treagust, 2009; Izquierdo-Aymerich, 2013; Talanquer, 2013; Chaves et al., 2014). Esses e outros autores chamam a atenção para a importância da HFC no entendimento da química como ciência construída social e culturalmente, de suas relações intrínsecas com o mundo natural e a sociedade e cujos conhecimentos são desenvolvidos e reelaborados ao longo de uma história em constante mudança. A HFC permite ainda maior reflexão acerca da importância de modelos, escalas de representação e classificação, teorias e saberes empíricos, dando, portanto, ênfase aos processos de produção dos conhecimentos químicos.

[...] a inserção de HFC nas salas de aula aparece como alternativa promissora para o trabalho no ensino de ciências. No entanto, uma proposta de ensino que contemple HFC não deve se reduzir à memorização de datas e fatos, mas sim viabilizar o desenvolvimento de habilidades de análise crítica e interpretação.

Assim, a inserção de HFC nas salas de aula aparece como alternativa promissora para o trabalho no ensino de ciências. No entanto, uma proposta de ensino que contemple HFC não deve se reduzir à memorização de datas e fatos, mas sim viabilizar o desenvolvimento de habilidades de análise crítica e interpretação. Dessa forma, consideramos, como inúmeros autores da área (Matthews, 1995; Hodson, 2008; Talanquer, 2013), que há diferentes maneiras de abordá-la e nem todas podem contribuir para uma aprendizagem crítica e significativa de ciências, havendo a necessidade de cuidado com a escolha de temas e ferramentas.

No âmbito do ensino de química no Brasil, um estudo sobre o estado da arte dessa área realizado por Schnetzler (2002), por ocasião dos 25 anos da Sociedade Brasileira de Química, revelou, dentre outros aspectos, que as investigações e produções de conhecimentos sobre HFC nas salas de aula eram ínfimas, com apenas dois artigos publicados no periódico *Química Nova* até 2001. Sabemos que muitos outros artigos foram publicados nessa e em outras revistas a respeito do ensino de química e de HFC. Contudo, esse resultado encontrado por Schnetzler, mesmo que há mais de 10 anos, é emblemático ao sinalizar a ainda reduzida produção de propostas didáticas para o ensino de ciências disponíveis para professores.

Em pesquisa recente, Gandolfi e Figueirôa (2013) analisaram artigos publicados em diferentes periódicos, encontrando 44 trabalhos que relacionavam ensino de química e história da ciência a partir de um ponto de vista interdisciplinar. Estes, todavia, nem sempre apresentavam propostas concretas voltadas às salas de aulas. Os dados completos dessa investigação constam também em dissertação defendida por Gandolfi (2015).

Já Fernández e colaboradores (2010) realizaram investigação com alunos de licenciatura em química, na qual buscavam avaliar se estes conseguiriam realizar inserções da história da química em aulas sobre determinados conteúdos. Notaram que, apesar do reconhecimento por parte desses estudantes da importância dessa abordagem, eles não dispunham de muitos recursos que possibilitassem o trabalho nessa área. Como relata Martins (2006) sobre uma mesa-redonda da qual participava, palestrantes que salientavam a importância da HFC no ensino foram questionados por um ouvinte que afirmava estar cansado desse tipo de discurso e queria passar à prática, reconhecendo-se, ao final, que propostas menos teóricas ainda eram escassas.

Nessa perspectiva de grande potencial de aplicação e, contraditoriamente, de escassez de fontes disponíveis aos docentes, buscamos investigar as possibilidades que fontes históricas relacionadas à ciência brasileira apresentam para o ensino em uma perspectiva da HFC e de abordagem interdisciplinar. Assim, apoiados em pesquisa histórica empírica, extensa revisão bibliográfica na área do ensino de ciências e em nossa própria experiência docente, construímos e apresentamos uma proposta de sequência didática centrada no tema alambique e no contexto histórico-social do período do Brasil Colônia. Buscamos sugerir alternativas e reflexões para abordagem do tema, envolvendo conceitos científicos e questões históricas e sociais que permearam a exploração da cana-de-açúcar no período colonial (Strum, 2012). A escolha desse tema deve-se ao fato de ser um equipamento que se tornou, ao longo dos séculos, patrimônio cultural brasileiro, sendo exemplo de tecnologia ligada aos saberes locais, às práticas e aos conhecimentos empíricos dos trabalhadores da indústria do açúcar. Assim, constitui-se um tema que permite o envolvimento de alunos e professores na valorização de nossa ciência, tecnologia e cultura, levando à constatação de que, já em períodos antigos da história de nosso país, produzia-se ciência e tecnologia.

Esse trabalho apoia-se, para tanto, na moderna historiografia das ciências que discorda da "tese central da quase inexistência – e do grande atraso – das atividades científicas no país até, pelo menos, a criação dos institutos de

pesquisa microbiológica [...] na transição para o século XX" (Figueirôa, 1998, p. 107). Acreditamos que essa visão sobre a ciência brasileira permite repensar a imagem de ciência universal que se partilha e que é transmitida acriticamente em muitas aulas dessa área. Como critica Polanco (1986), essa perspectiva da ciência como universal poderia levar ao seu desenvolvimento e ensino de maneira descontextualizada, sem relação com ambiente cultural, social e econômico algum.

Uma proposta para a sala de aula: os alambiques e a exploração da cana-de-açúcar no Brasil Colônia

As atividades aqui sugeridas foram inicialmente pensadas para aulas em turmas de nível médio. O conjunto inclui diferentes iniciativas, tendo, como ponto de partida, a realização de uma visita virtual a uma exposição sobre a exploração da cana-de-açúcar no período colonial brasileiro no Museu de Artes e Ofícios (MAO - http://www.eravirtual.org/pt/) de Belo Horizonte (MG). Visamos aqui inserir o aluno no contexto da indústria canavieira da época e auxiliar o professor no trabalho, fornecendo informações e imagens históricas sobre os alambiques.

Essa opção de abordagem com um museu não ocorreu ao acaso, uma vez que acreditamos em um diálogo eficaz entre ciências naturais e ciências humanas no âmbito escolar e também na conexão entre educação formal e não formal (Cachapuz et al., 2004). Mais do que isso, em nosso entender, tais relações são imprescindíveis. Contudo, por vezes, a educação não formal, por meio de museus e centros de ciências, pode ser dificultada por alguns fatores relacionados, por exemplo, à desigualdade social (Moreira, 2006). Como possibilidade de superar tais dificuldades, os museus virtuais são alternativas concretas, apesar de não ideais, configurando-se como espaços de alcance muito mais amplo do que suas versões locais (Schweibenz, 2004) e tendo, nesse processo, a internet como mediadora.

Destacamos ainda que os espaços de museus virtuais podem assumir diferentes formas (Pineda, 2008): no contexto do MAO, por exemplo, a plataforma utilizada proporciona ao visitante virtual uma experiência muito semelhante à presencial (Eichler; Pino, 2007). Além dos recursos já citados, essa plataforma conta com trechos de áudio, construindo uma visita semelhante à mediada e que, aqui, sugerimos ser direcionada pelo professor para os itens mestre de açúcar e alambiqueiro. Nesses espaços, seria possível observar e obter mais informações sobre diferentes temas que fizeram parte das técnicas de produção de aguardente e do açúcar no Brasil Colônia, e o professor poderá, então, optar pelo trabalho com alguma das imagens dos alambiques encontrados no MAO como ponto de partida.

Conjuntamente à visita ao museu virtual e à análise visual dos alambiques, propomos que o trabalho com HFC nessas aulas seja realizado a partir da leitura e interpretação de fontes históricas primárias, ou seja, sugerimos que os alunos partam da análise de material produzido por estudiosos envolvidos no contexto histórico-científico escolhido. Acreditamos que o contato dos alunos com textos advindos diretamente dos cientistas (e não reproduzidos pelos livros didáticos) pode se transformar em uma ponte para facilitar a aproximação entre suas concepções e o desenvolvimento do conhecimento científico, colaborando para uma aprendizagem em que alunos não são apenas receptores de informações, mas gerando certa empatia, posto que eles poderiam perceber que suas ideias não são únicas ou exclusivas e podem já ter sido pensadas por outros no passado. Segundo Borrego e colaboradores (1996, p. 46), o uso de textos originais "[...] oferece a possibilidade de propor os problemas e questões de maneira gradual, seguindo o desenvolvimento histórico dos conceitos". Da mesma forma, Jankvist (2013) defende que as fontes primárias originais são abertas a interpretações, permitindo aos estudantes a construção de suas próprias reflexões, visões e avaliações. Dessa forma, admitem a visualização da ciência para além dos livros didáticos, mostrando-a em constante transformação e conectada a questões usualmente consideradas externas ao mundo científico.

Conjuntamente à visita ao museu virtual e à análise visual dos alambiques, propomos que o trabalho com HFC nessas aulas seja realizado a partir da leitura e interpretação de fontes históricas primárias, ou seja, sugerimos que os alunos partam da análise de material produzido por estudiosos envolvidos no contexto histórico-científico escolhido.

Nessa perspectiva, foram escolhidos textos escritos por um importante químico e construtor de alambiques do período colonial brasileiro: João Manso Pereira. Segundo Filgueiras (1993), João Manso viveu nas últimas décadas do século XVIII e era natural de Minas Gerais, tendo investigado por muitos anos alambiques, altos-fornos, nitreiras etc. para a Coroa Portuguesa. Era ainda autodidata e um dos poucos cientistas brasileiros conhecido por não haver realizado nenhum estudo universitário, permanecendo por toda sua vida no Brasil. Os textos de João Manso Pereira são fontes históricas de fácil acesso, essencialmente descritivas e que trazem narrações e comentários sobre a sociedade produtora de cana-de-açúcar da época, bem como suas principais ideias e conhecimentos sobre o mundo natural e sua manipulação física e química. A partir da visita virtual e da leitura de trechos de seus textos, sugerimos atividades interdisciplinares, que podem ser realizadas por diferentes professores como resumido na Figura 1.

Destacamos aqui que uma estratégia de ensino-aprendizagem interdisciplinar não é apenas de uma justaposição de conteúdos de áreas diferentes, que analisam um mesmo objeto de estudo, característica da multidisciplinaridade. Em uma abordagem interdisciplinar, é necessário que essas áreas do conhecimento dialoguem entre si, buscando não somente tratar de um mesmo tema, mas também estabelecer diálogos que tornam o trabalho cooperativo, em que conteúdos e

fatos se correlacionam e se fortalecem (Japiassú, 1976). O esquema proposto na Figura 1 revela nosso interesse nesse tipo de abordagem, tratando o alambique e a indústria canavieira como temas unificadores do trabalho de diferentes docentes, demonstrando e discutindo a intensa correlação desses conhecimentos na história brasileira. As atividades, assim, poderiam contribuir para a construção de uma visão do conhecimento científico não dissociado da atividade humana e da realidade social, econômica e cultural de um povo.

Cachapuz e colaboradores (2004) argumentam que a análise das descobertas e dos conceitos científicos em seu contexto histórico-social permite ao professor e a seus estudantes a construção de uma visão mais ampla e integrada do conhecimento. Esperamos, portanto, que os alunos possam refletir sobre a importância de se analisar e interpretar os acontecimentos históricos e desenvolvimento tecnológico a partir de diferentes pontos de vista, sempre relacionados a diferentes áreas de conhecimento. Vale observar que, apesar de se tratar de uma proposta de caráter interdisciplinar com possibilidade de agregar diferentes áreas de conhecimento, não está descartado o trabalho multidisciplinar ou até mesmo por apenas um professor dentro de sua disciplina, caso a estrutura escolar não permita ou não tenha interesse nesse tipo de atividade. No entanto, reforçamos a potencialidade interdisciplinar desse tema, que propicia o debate acerca do relacionamento entre ciência, tecnologia e sociedade.

Em decorrência das especialidades das autoras, apresentamos uma discussão mais detalhada das atividades propostas para aulas de química e sociologia e, posteriormente, sugestões finais envolvendo os alambiques e a indústria canavieira brasileira.

O alambique é um equipamento cujo funcionamento envolve importantes conceitos físicos e químicos sobre a matéria e, portanto, pode trazer uma riqueza de informações para aulas de química de nível médio.

Proposta para uma aula de química: os alambiques e a arte secular da destilação

O alambique é um equipamento cujo funcionamento envolve importantes conceitos físicos e químicos sobre a matéria e, portanto, pode trazer uma riqueza de informações para aulas de química de nível médio. É empregado para promover o processo de destilação e seus primeiros registros em nossa história datam da Antiguidade, sendo os alquimistas alexandrinos responsáveis por sua popularização como aparato técnico nos laboratórios do período, usando-os na purificação de álcool, essências etc. (Beltran, 1996; Forbes, 1970; Hudson, 1992). Atualmente, trata-se de um equipamento composto por quatro partes essenciais: caldeira/cucúrbita (sistema de aquecimento), capitel (saída da caldeira), bico do capitel (conexão) e serpentina (condensador).

Nas aulas de química desenvolvidas a partir da visita ao museu virtual (com visualização do alambique e de suas partes principais) e da leitura dos textos de João Manso Pereira, propomos um trabalho que envolva ativamente a participação dos alunos, cabendo ao docente a seleção, organização e orientação das atividades. Apresentamos alguns trechos dos trabalhos de João Manso que acreditamos ilustrar seu

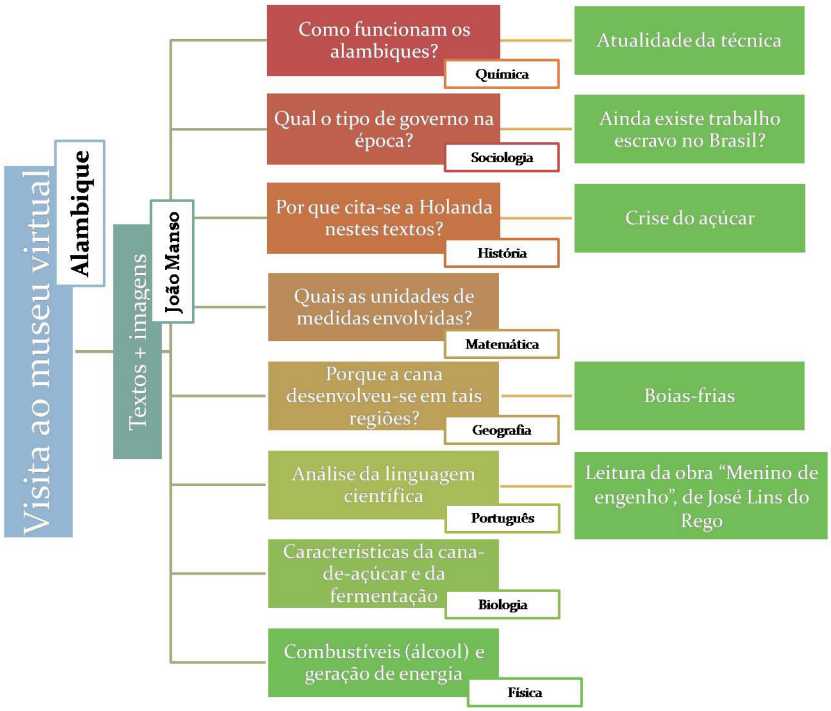


Figura 1: Fluxograma de atividades propostas com o alambique como tema unificador (Fonte: Elaboração própria dos autores).

potencial para aulas de química. A fim de facilitar a leitura e compreensão dos textos históricos apresentados, realizamos, quando necessária, uma atualização da ortografia dos escritos originais.

Trechos 1 e 2

Alguns senhores de engenho sérios e de bom senso reprovaram no meu alambique as seguintes coisas: 1. O pequeno diâmetro do pescoço da cucúrbita (caldeira). 2. A introdução de água fria na bacia que fica junto à bacia do capitel (cabeça). 3. A falta de água fria no bico do capitel. 4. O supérfluo diâmetro da serpentina. (apud Filgueiras, 1993, p. 156)

Quatro são as peças que formam um alambique: caldeira, ou cucúrbita, capitel, ou cabeça, bico do capitel e serpetina. Os fins que se propuseram os químicos, inventores desse instrumento, foi o de fazer passar de um vaso para outro as substâncias reduzidas ao estado de vapores pela ação do fogo. É antiquíssimo o uso dos alambiques: pois, segundo diz Porrichio, os árabes tiveram conhecimento da arte de destilar, que lhes foi comunicada pelos gregos. (Pereira, 1797, p. 6)

Nesses trechos, encontra-se uma descrição técnica das partes de um alambique, que pode ser aliada, com auxílio do professor, às imagens da visita virtual, para a elucidação do funcionamento do equipamento, buscando-se uma explicação da técnica de destilação e um entendimento maior sobre os processos de separação de misturas em geral. Destacamos também potenciais discussões, abordadas pelos textos, sobre os estados físicos da matéria e suas alterações promovidas pelo ganho ou perda de energia.

Do ponto de vista da própria história e também da filosofia da química, entender o funcionamento desse equipamento e as mudanças de estado físico ali ocorridas constitui uma rica reflexão sobre a composição e as propriedades da matéria em um contexto de aplicação desses conhecimentos, denotando o papel central da química e de seus saberes dentro das sociedades produtivas.

Do ponto de vista da própria história e também da filosofia da química, entender o funcionamento desse equipamento e as mudanças de estado físico ali ocorridas constitui uma rica reflexão sobre a composição e as propriedades da matéria em um contexto de aplicação desses conhecimentos, denotando o papel central da química e de seus saberes dentro das sociedades produtivas. Ademais, João Manso escreve em um período de intensas reformulações a respeito da matéria e de seu comportamento (marcadamente influenciado pela consolidação da nova química europeia, segundo Filgueiras [1993]), principalmente com relação a teorias mecanicistas e a uma retomada das ideias dos atomistas gregos. Isso contribui para discussões sobre modelos, teorias, processos de produção de conhecimento etc. – parte do que hoje se defende como um ensinar "sobre Ciência" (Hodson, 1992).

Trechos 3 e 4

O vinho da uva é um corpo composto de muita água, de espírito, ou substancia inflamável, chamada álcool (alguns pensam, que no vinho só existem os seus princípios), de um aroma particular a cada um, de uma matéria extrativa resinosa, e de um sal essencial chamado tártaro. O da cana-de-açúcar compõe-se dos mesmos princípios, exceto o ultimo, que até o presente ainda não pude descobrir neste vinho. A aguardente, que é o resultado da decomposição do vinho, compõe-se de álcool, de água e de uma pequena porção de matéria oleosa, seja qual for o vinho, de que nos sirvamos para a extrair. (Pereira, 1845, p. 321)

Pois uma besta carregada desta aguardente [aguardente mais concentrada em álcool] *pode conduzir ainda mais do que duas carregadas com a aguardente ordinária, visto que ela tanto mais leve fica, e tanto mais diminui o volume, quanto mais se avizinha para o estado de álcool.* (apud Filgueiras, 1993, p. 156)

Nos trechos 3 e 4, observamos a discussão de conceitos químicos envolvidos na produção do álcool: a ideia do processo de fermentação, de misturas de substâncias e suas propriedades como a densidade, e da questão das soluções, suas concentrações e processos de diluição. Ademais, salientamos o potencial trabalho com temas como interações inter e intramoleculares, polaridade e dissolução etc., inerentes às propriedades da matéria (ainda que não discutidos pelo autor) e às constatações feitas por João Manso.

Com relação ao trecho 3, destacamos ainda a possibilidade de trabalho relacionado à própria história da química e à natureza de seus conhecimentos, uma vez que o autor faz menções às ideias de princípios, espírito e inflamabilidade, tão debatidos e estudados por destacados cientistas como Lavoisier e Macquer entre os séculos XVII e XIX, e que estão presentes também nos trabalhos de muitos experimentadores e naturalistas brasileiros desse período como João Manso. Trata-se de temas de grande relevância para a história dos conhecimentos químicos e que podem trazer às aulas dessa disciplina novas reflexões, principalmente do ponto de vista de um maior entendimento da história da consolidação da química como ciência moderna exatamente durante esse período analisado. Além disso, aspectos intrínsecos a essa área do conhecimento, como a manipulação de materiais naturais, a extração, produção e purificação de substâncias, suas diferentes escalas de pensamento etc., podem ser abordados a partir desses e de outros trechos de seu trabalho, evidenciando uma natureza do conhecimento que pouco aparece em nossas salas

de aula e que encontra, em um momento histórico e localmente contextualizado, terreno fértil para reflexões com os alunos (Gilbert; Treagust, 2009; Izquierdo-Aymerich, 2013; Talanquer, 2013).

Após essas etapas iniciais, sugerimos que se solicite aos alunos a elaboração de suas próprias explicações para o funcionamento de um alambique. A partir da análise dessas respostas, o professor poderá, então, observar os conceitos prévios que eles desenvolveram antes de sua explicação formal. Trata-se de uma oportuna metodologia de ensino-aprendizagem, pois alguns dos conceitos formais envolvidos na explicação dos fenômenos ocorridos no alambique, como troca de calor, temperatura e mudança de estado físico, representam certo nível de abstração, podendo gerar diferentes interpretações. O professor, ao considerar essa diversidade de raciocínios e representações, pode incluir constatações dos próprios alunos nos debates para formação de um consenso científico em torno dos conceitos envolvidos. A partir daqui, uma discussão pode ser feita, incluindo-se as respostas elaboradas pelos estudantes, novas imagens e esquemas ilustrativos como forma de finalização do trabalho, abordando não somente o funcionamento do alambique, mas também conceitos químicos e físicos pertinentes e a própria construção desses conhecimentos.

Destacamos que uma continuação da discussão sobre os alambiques e a produção do álcool pode ser realizada nas aulas de química, uma vez que se trata de um tema de grande aplicação e amplitude conceitual. Sugestão: apresentação do estado atual da técnica de destilação, diferentes equipamentos e usos; discussão sobre contaminação dos alambiques por metais pesados (cobre), já mencionada por João Manso em seus textos; realização de um experimento de destilação simples; inovações da destilação propostas em outros trechos dos textos desse autor e que hoje são ainda usadas como a destilação fracionada.

Proposta para uma aula de sociologia: sociologia do engenho

Partindo das mesmas reflexões das aulas de química, sugerimos que a aula de sociologia também se inicie com a visita ao museu virtual e valha-se de trechos dos textos originais de João Manso para refletir sobre a sociedade brasileira daquele período e suas transformações até os dias de hoje. Portanto, trata-se de uma perspectiva que trabalha questões vinculadas às formas de governo e à própria formação da sociedade brasileira.

Inicialmente, é preciso que os alunos tenham clara a ideia de que os textos são autorais e datados, o que nos leva a refletir sobre quem era João Manso e quando ele escreveu. É importante ressaltar que no Brasil, inicialmente, as plantações de cana-de-açúcar e os engenhos de manufatura do açúcar foram estabelecidos no Nordeste (1530-1540), não apenas devido às condições geográficas, mas também à proximidade dessa região com Portugal, facilitando o escoamento do produto para a metrópole e, ainda, para a Europa como um todo (Schwartz, 1988). Durante o período de expansão de nossa produção de açúcar, as técnicas de fabricação passam por grande desenvolvimento manufatureiro (linha de produção, relações de trabalho, evolução maquinária), antes mesmo do advento do fordismo (Gama, 1983).

No século XVII, o Brasil já era o maior produtor de açúcar do mundo, concentrando suas lavouras na região Nordeste e, em menor frequência, no Rio de Janeiro. Os engenhos, nesse caso, eram voltados para a produção de aguardente, usada como moeda de troca por escravos africanos, auxiliando a consolidação desse regime. Contudo, no final do século XVII, essa produção entrou em declínio, principalmente devido à concorrência do açúcar das Antilhas e do interesse português na exploração mineral, culminando no fim do século do açúcar (1570-1670, aproximadamente). A partir desse momento, ainda que tenham continuado a funcionar, deixam de representar nossa maior fonte de riquezas, substituída pela mineração.

Após essa breve introdução histórica e social, podemos revisitar os itens do museu e os trechos de João Manso com um olhar mais apurado. Na visita virtual ao MAO, os alunos deverão estar atentos aos setores do mestre de açúcar, do alambiqueiro e também àqueles que tratam das diferentes trações: animal, de pessoas e da água. Essas observações podem ser permeadas de uma preocupação especial com as datas dos itens expostos, de forma a realizar uma contextualização maior dos objetos e de seus usos. Espera-se que, já nesse momento, os alunos consigam identificar algumas características dessa sociedade como a escravidão.

O segundo passo, novamente de forma semelhante ao proposto para química, pode constituir-se da leitura dos textos de João Manso. Apesar de focarem temas científicos, seus textos trazem também outros tipos de discussões, principalmente econômicas e políticas. Considerando alguns destes trechos, destacados a seguir, esperamos que os alunos possam relacioná-los à forma de governo e ao tipo de sociedade então em vigor no Brasil.

> ***Trecho 5***
> *Primeiramente poupa o lavrador ou o comerciante o importe dos cascos, porque tendo, v.g. de mandar para Portugal cem pipas de aguardente de prova, reduzindo-a a título de três-seis já economiza o valor de cem pipas. É evidente que esse valor que se poupou há de dar, com usura, para as despesas que tem de fazer com as lenhas.* (apud Filgueiras, 1993, p. 156)

Analisando-se esse trecho, os alunos podem identificar e colocar em discussão o motivo da preocupação do autor com Portugal e o envio da aguardente aqui produzida para lá. Tendo feito essa reflexão, sugerimos que os alunos tentem formar uma caracterização do Brasil Colônia, pontuando as principais características desse período.

> ***Trecho 6***
> *Belíssimos físicos e matemáticos que podem fazer aerômetros, ou pesa-licores, para com toda a*

segurança guiarem aos inspetores no conhecimento do título da aguardente e, dessa sorte, cobrarem os justos direitos. Pois é certo que se um barril de vinte canadas de aguardente de prova deve dar de direitos a Sua Majestade cento e sessenta, esse mesmo deverá dar trezentos e vinte se estiver cheio da aguardente do título três-seis. (*apud* Filgueiras, 1993, p. 157)

O trecho 6, que cita "Sua Majestade" e seus "direitos", apresenta mais indícios de como era a relação entre metrópole e colônia. Além disso, a discussão poderá seguir para o pensamento sobre as relações de trabalho, política e economia dessa época. A fim de continuar essa reflexão, ainda no campo da sociologia e com relação à formação do povo brasileiro, é possível incorporar trechos de obras clássicas do pensamento social brasileiro como *Açúcar* (1997) e *Nordeste* (1967) de Gilberto Freyre. Pequenos textos retirados dessas obras poderiam ser utilizados com essa proposta, trabalhando-se com os alunos de forma crítica a partir de pensamentos de um importante estudioso da sociedade brasileira.

Há muitas outras formas de se trabalhar as questões relacionadas ao açúcar na sociedade brasileira como sua abordagem na atualidade. Durante toda a história do Brasil, a cana-de-açúcar esteve presente e vem se mostrando muito importante na produção do álcool combustível. Assim sendo, temas relevantes não são poucos. Outra possibilidade é tratar a questão do trabalho escravo que ainda existe no Brasil, especialmente em lavouras. Assim, sugerimos a utilização de publicações de jornais como um artigo jornalístico de 2008, disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u373154.shtml. Como forma de finalização, propomos a construção com os alunos de um diagrama que relacione a história econômica, política e social do Brasil com essa indústria.

Sugestões para outras disciplinas: possibilidades interdisciplinares

Argumentamos aqui pela importância do trabalho cooperativo e integrado entre diferentes disciplinas para a efetivação de uma proposta interdisciplinar, e algumas sugestões presentes neste trabalho apresentam possibilidades de conexões dentro desse tema unificador, a fim de que os professores possam se inspirar e fazer suas escolhas.

Considerações finais

A proposta aqui apresentada é uma forma de se apropriar de recursos virtuais de modo a socializar o conhecimento, ampliando as possibilidades de trabalho em aula e permitindo o contato com materiais e obras pouco acessíveis para determinadas regiões e escolas. A leitura e a interpretação de textos históricos originais podem dar às aulas de ciências, e de outras disciplinas, uma nova perspectiva, que leva a uma compreensão maior da chamada natureza da ciência. Esse contato com a ciência em seu fazer e origem pode revelar facetas antes desconhecidas do processo de desenvolvimento de um conhecimento científico ou de uma técnica. Assim,

Tabela 1: Disciplinas e temas de aulas (Fonte: Elaboração própria dos autores)

Disciplina	Trecho João Manso	Temas
História	*"Chama-se prova de Holanda à aguardente que corre primeiro até o ponto em que principia a perder a fortaleza (...)"*	Importância da Holanda na História do Brasil e, especificamente, na exploração e produção do açúcar.
Matemática	*"Belíssimos físicos e matemáticos que podem fazer aerômetros, ou pesa-licores, para com toda a segurança guiarem aos inspetores no conhecimento do título da aguardente e, dessa sorte, cobrarem os justos direitos. Pois é certo que se um barril de vinte canadas de aguardente de prova deve dar de direitos ..."*	Unidades de medidas envolvidas nas medidas de concentrações, unidades de medidas utilizadas no passado e não "unificadas" e cálculos de impostos sobre a venda do produto na Europa.
Biologia	*Propõe o uso de outras fontes que não a cana-de-açúcar para produzir aguardente, em especial o milho, cujas sobras só são utilizadas para a "criação de porcos", e das "cascas adocicadas de café, das jabuticabas, guabirobas e laranjas."*	Fenômeno de fermentação na produção do álcool, discussão sobre as características necessárias para um vegetal ser fermentado, comparação entre as fontes utilizadas atualmente ao redor do mundo, experimento de fermentação.
Geografia	Sem trecho específico	Aspectos de clima e relevo para a implantação dos canaviais e dos alambiques pelo Brasil e pelo mundo e as consequências para os mercados de trabalho locais.
Português/Literatura	Sem trecho específico	Análise da linguagem científica. Leitura da obra *Menino de Engenho*, de José Lins do Rego.
Física	Sem trecho específico	Álcool como fonte de energia e outros combustíveis.

esperamos que diferentes interpretações acerca da ciência permitam aos alunos a formação de uma visão crítica e fundamentada sobre suas relações com a sociedade.

Não por acaso optou-se por um texto de um português no Brasil, dado que essa escolha propiciará também o entendimento, por parte dos alunos, de que a ciência é uma produção coletiva e que se relaciona com a sociedade, a história e a política de uma região. Ao mesmo tempo, demonstra concretamente que no Brasil faz-se ciência há muitos séculos, ao contrário da visão eurocêntrica sugerida por muitas abordagens de história da ciência. Contudo, as vantagens da introdução dessa história de maneira cuidadosa e contextualizada vão mais além: permite um diálogo entre diferentes áreas, o que, além de motivador e interdisciplinar, dá mais sentido aos conteúdos estudados e torna possível entender de forma mais ampla e completa os conteúdos e sua relação com outras áreas.

Haira Emanuela Gandolfi (haira.gan@gmail.com), licenciada em Química e Bacharel em Química com atribuições tecnológicas pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é mestra do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM/UNICAMP) e professora na área de Química na Escola Técnica Conselheiro Antônio Prado, Campinas, SP – BR. **Thayse Zambon Barbosa Aragão** (thaysezambon@gmail.com), graduada em Ciências Sociais pela UNICAMP, mestre e doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM/UNICAMP), é professora de sociologia para o ensino médio na Rede Estadual de São Paulo. Valinhos, SP – BR. **Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa** (silviamf@unicamp.br), geóloga pela Universidade de São Paulo (USP), mestre e doutora em História Social pela USP, na especialidade da História das Ciências, é docente da Faculdade de Educação da UNICAMP. Campinas, SP – BR.

Referências

ALVAREZ-LIRE, M.; CORREA, A. A.; RODRIGUES, U. P.; MARZOA, J. F. S. La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 31, n. 1, p. 213-233, 2013.

BELTRAN, M.H.R. Destilação: a arte de "extrair virtudes". *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 24-27, 1996.

BORREGO, M.J.; GARCÍA, R.; GUEDE, B.; MENÉNDEZ, E.; PACHECO, F. La utilización de la historia de la ciencia para trabajar problemas relacionados con los fósiles. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, v. 4, n. 1, p. 46-52, 1996.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 24-29, 1997.

CHAVES, L.M.P.; SANTOS, W.L.P.; CARNEIRO, M.H.S. História da ciência no estudo de modelos atômicos em livros didáticos de química e concepções de ciência. *Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, p. 269-279, 2014.

COLLINS, H.; SHAPIN, S. Experiment, science teaching, and the new history and sociology of science. In: SHORTLAND, M.; WARRICK, A. (Orgs.), *Teaching the history of science.* Oxford: British Soc. Hist. Science; Basil Blackwell, 1989.

EICHLER, M.L.; PINTO, J.C. Museus virtuais de ciências: uma revisão e indicações técnicas para o projeto de exposições virtuais. *Novas tecnologias na educação,* v. 5, n. 2, 2007.

FERNÁNDEZ, L.C.; QUINTANILLA, M.; BLANCAFORT, A.M. La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação,* v. 16, n. 2, p. 277-291, 2010.

FIGUEIRÔA, S.F.M. Mundialização da ciência e respostas locais: sobre a institucionalização das ciências naturais no Brasil (de fins do século XVIII à transição ao século XX). *Asclepio,* v. L, n. 2, p. 107-123, 1998.

FILGUEIRAS, C.A.L. João Manso Pereira, químico empírico do Brasil colonial. *Química Nova,* v.13, n. 2, p. 155-160, 1993.

FORBES, R. J. *A short history of the art of distillation*. Leiden: E. J. Brill, 1970.

FREYRE, G. *Nordeste.* 4. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1967.

_____. *Açúcar*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

GAMA, R. *Engenho e tecnologia.* São Paulo: Duas Cidades, 1983.

GANDOLFI, H.E.; FIGUEIRÔA, S.F.M. A história da ciência e o ensino interdisciplinar: uma revisão de propostas e contribuições. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. *Atas...* Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013.

GANDOLFI, H.E. *A natureza da química em fontes históricas do Brasil colonial (1748-1855)*: contribuições da história da exploração mineral para o ensino de química. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. (Orgs.). *Multiple representations in chemical education*. New York: Springer, 2009.

GOODAY, G.; LYNCH, J.M.; WILSON, K.G.; BARSKY, C.K. Does science education need the history of science? *Isis*, v. 99, n. 2, p. 322-330, 2008.

HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, v. 12, p. 25-57, 1985.

_____. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *Internation Journal of Science Education*, v. 14, n. 5, p. 541-562, 1992.

_____. *Towards scientific literacy*: a teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science. Rotterdam; Taipei: Sense, 2008.

HUDSON, J. *The history of chemistry*. New York: Chapman & Hall, 1992.

IZQUIERDO-AYMERICH, M. School chemistry: an historical and philosophical approach. *Science & Education*, v. 22, n.7, p.1633-1653, 2013.

JANKVIST, U.T. History, applications, and philosophy in mathematics education: HAPh - a use of primary sources. *Science & Education*, v. 22, n. 3, p. 635-656, 2013.

JAPIASSÚ, H. *Interdisciplinaridade e patologia do saber.* Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências*: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Cadernos Catarinenses de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOREIRA, I.C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, v. 1, n. 2, p. 11-16, 2006.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-284, 2000.

PEREIRA, J.M. *Memoria sobre a reforma dos alambiques ou de hum próprio para a distillação*. Lisboa: J. P. Correa da Silva, 1797.

_____. Memoria sobre o methodo economico de transportar agoar-ardente do Brasil para Portugal. *O Auxiliador da Indústria Nacional*, v. 13, n. 11, p. 321-330, 1845.

PINEDA, P.C. *Los museos de ciencias y el consumo cultural*: una mirada desde la comunicación. Barcelona: Ed. UOC, 2008.

POLANCO, X. La ciencia como ficción: historia y contexto. In: SALDAÑA, J. J. (Org.). *El perfil de la ciencia en la América*. México: Quipu, 1986.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SCHWARTZ, S.B. *Segredos internos:* engenhos e escravos na sociedade colonial (1550-1835). São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

SCHWEIBENZ, W. The development of virtual museums. *ICOM News*, v. 57, n. 3, p. 3, 2004.

STRUM, D. *O comércio do açúcar*: Brasil, Portugal e Países Baixos (1595-1630). São Paulo: Versal, 2012.

TALANQUER, V. School chemistry: the need for transgression. *Science & Education*, v. 22, n. 7, p. 1757-1773, 2013.

Abstract: *Alembics in the Brazilian colonial period: a historical and social approach in science teaching.* Alembics are devices employed since ancient times to execute distillation processes and, in Brazilian history, they emerged in the colonial period, associated with the production of sugar cane and alcohol that dominated our trade and scientific investments. In this paper, we present an interdisciplinary proposal, adopting a historical and social approach to the exploitation of sugar cane, in Colonial Brazil, including the analysis of images of an alembic in a virtual museum, and of historical texts written by the end of the 18th century. We aim to understand the historical and social context of construction and use of alembics, adopting a theoretical framework from within the history of sciences and techniques.
Keywords: Science Education. History of Science. Interdisciplinarity.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160031

Ensino de Bioquímica e Formação Docente: Propostas de Projetos Voltados para o Ensino Básico, Desenvolvidos por Estudantes de Licenciatura

Luciana Duarte Martins Matta e Luiz Sodré Neto

O presente trabalho buscou interferir no processo de ensino-aprendizagem durante a disciplina de bioquímica metabólica, propondo a estudantes de ciências biológicas a elaboração de projetos que simulassem situações hipotéticas de sala de aula no ensino básico, nos quais cada grupo ministraria a sua aula, envolvendo conteúdos relacionados à bioquímica. Tais propostas foram discutidas quanto à problematização dos temas e ao estabelecimento de relações com o ensino de bioquímica de forma contextualizada. As propostas desenvolvidas ressaltam a importância de se trabalhar a prática docente nas disciplinas específicas da biologia, para que o futuro professor consiga associar o que aprende na graduação ao que ensina no nível básico, favorecendo a instrumentação para o ensino mesmo nas disciplinas ministradas por professores que não atuam diretamente nesta área.

▶ ensino, aprendizagem significativa, formação de professores ◀

Recebido em 08/09/2014, aceito em 05/07/2015

O ensino da bioquímica para o curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) inclui uma disciplina denominada diversidade molecular – na qual são estudadas as estruturas químicas e funções das principais moléculas como água, aminoácidos, proteínas, enzimas, vitaminas, carboidratos, glicoconjugados, lipídeos, nucleotídeos, ácidos nucleicos, dentre outras – e outra denominada bioquímica metabólica – na qual é dada ênfase a todo o estudo do metabolismo desses compostos.

Ensinar tais disciplinas tem sido um desafio. Estas vinham sendo ministradas de maneira tradicional, utilizando-se puramente de aulas expositivas, em datashow, e aulas práticas, complementares ao aprendizado teórico. Eram perceptíveis as dificuldades enfrentadas pelos alunos que se queixavam da complexidade do assunto e da falta de integração com o cotidiano, ou seja, falta de aplicabilidade dos conteúdos.

Nesse contexto, fica evidente a ausência de metodologias de ensino que tornem o ensino-aprendizagem um processo favorável à aprendizagem significativa. Esse tipo de aprendizagem pode tornar-se bastante eficaz se for favorecida uma relação entre o novo conhecimento e aqueles que o aprendiz já possui (Ausubel et al., 1980).

As Orientações Curriculares para o ensino da Biologia para o Ensino Médio (Brasil, 2006) sugere que os indivíduos, formados ao final do ensino médio, apresentem bons conhecimentos de biologia e raciocínio crítico, bem como a habilidade de compreender o papel do homem na natureza. Nesse aspecto, torna-se necessário refletir sobre a formação do professor de biologia para que este seja capaz de trabalhar os conteúdos referentes às ciências biológicas, de modo que seus significados possam ser estudados em diferentes contextos e permitam despertar a curiosidade investigativa no aluno. Assim, esse docente será capaz de formar um indivíduo com tal perfil.

Além das demais importantes áreas das ciências biológicas, os professores de biologia necessitam do estudo da bioquímica durante a sua formação para conseguir trabalhar os conteúdos sugeridos para a área de ciências da natureza nas diretrizes governamentais do Brasil (1999; 2002; 2006). O professor de biologia pode fazer diversas relações dos assuntos estudados na bioquímica com os sugeridos para o ensino básico, tais como: o equilíbrio dinâmico da vida; a identificação da necessidade de os seres vivos obterem nutrientes e metabolizá-los; o estabelecimento de relações alimentares entre estes; as interações nos ecossistemas; as diversas formas de obtenção de alimento e energia e o reconhecimento das relações entre elas no contexto dos diferentes ambientes em que tais relações ocorrem; a

diversidade das espécies; a citologia – estudando fotossíntese, respiração celular, digestão celular, síntese proteica, núcleo, ribossomos, ácidos nucleicos e divisão celular; e a teoria sintética da evolução, dentre outros temas (Brasil, 1999; 2002; 2006).

Apesar da importância considerada, parece existir certa dificuldade de alguns professores em atividade na educação básica em procurar dinamizar as suas aulas e buscar alternativas de ensino que favoreçam não só a aprendizagem, mas também o interesse pelo processo, para que esta seja cada vez mais significativa como consequência das atividades docentes com os estudantes. Dentre as alternativas de ensino, poderiam ser sugeridas atividades que envolvessem ensino por investigação (Garcia; Garcia, 2000), abordagem CTSA (Santos, 2007), desenvolvimento de mapas conceituais (Novak, 1990) e propostas de atividades experimentais (Deccache-Maia et al., 2012). No entanto, como tornar a aprendizagem da bioquímica mais dinâmica para os alunos de licenciatura em ciências biológicas para que estes consigam transformá-la em atitudes que reflitam na sua futura prática de ensino de biologia? Como fazer para que a aplicabilidade dos conteúdos aconteça e seja prioridade?

Diante dessas questões, buscou-se dinamizar o processo de ensino-aprendizagem na disciplina de bioquímica metabólica, propondo aos alunos, do curso de licenciatura em ciências biológicas, a elaboração de um projeto a ser desenvolvido ao longo dessa disciplina e que simulasse situações hipotéticas de sala de aula no ensino básico, nas quais esses graduandos ministrariam as suas próprias aulas, envolvendo conteúdos relacionados à disciplina. Esse tipo de atividade busca auxiliar no processo de ensinar a ensinar e faz com que os estudantes já iniciem a sua prática docente dentro da própria disciplina específica, sendo orientados tanto na aprendizagem dos temas, quanto no trabalho para que os temas sejam contextualizados e consequentemente aprendidos significativamente.

Percurso metodológico

Ao longo da disciplina de bioquímica metabólica, oferecida aos estudantes de licenciatura do curso de ciências biológicas da UFRN, foi proposta e realização de um projeto em que eles deveriam escolher um tema, ligado aos que estavam sendo estudados na disciplina, e propor uma forma de abordar esse tema para o ensino básico, desde que trabalhassem tais conteúdos de maneira a estimular a busca por informações, as relações entre a teoria e a parte prática, a contextualização e aplicabilidade, além da possibilidade de ser expandido para espaços formais ou informais, em que tais alunos teriam a oportunidade de levar tal aprendizado para o conhecimento escolar ou mesmo comunitário.

No cronograma de estudos da disciplina, foram destinados dois dias para que os alunos levassem para a sala de aula os temas propostos para os projetos já contendo o título, a justificativa e a possível metodologia a ser empregada para que fossem amplamente discutidos com o professor da disciplina e com os colegas de sala. O primeiro encontro foi realizado na primeira unidade e o segundo, na segunda unidade. Em um terceiro dia de encontros, ao final da terceira unidade, o projeto deveria ser entregue escrito ao professor da disciplina, como também apresentado a todos os alunos da turma, para que tomassem conhecimento do trabalho final proposto pelos grupos. Ao final de cada apresentação, o professor, ou qualquer aluno da turma, poderia fazer considerações acerca do trabalho apresentado.

Propostas de projetos

Nos dois encontros realizados em sala de aula, cada grupo apresentou sua proposta de projeto ao professor e aos alunos da turma, enfatizando o tema escolhido pelo grupo, sua relevância e a metodologia a ser aplicada ao tentar inserir esse tema para o ensino básico. Tais propostas foram discutidas, dando início à problematização dos temas e ao estabelecimento de relações tanto com o ensino de bioquímica, quanto com os assuntos a serem abordados.

Um terceiro encontro foi realizado para a apresentação dos projetos consolidados que seguem intitulados e descritos na sequência:

Ciclos biológicos e transformação da matéria

O projeto foi proposto para ser executado de uma maneira interdisciplinar, voltado para turmas do 9º ano do ensino fundamental com intuito de proporcionar uma aprendizagem mais eficaz. Nesse projeto, os alunos da licenciatura proporiam o estudo dos ciclos de alguns dos principais elementos como o nitrogênio, o oxigênio e o carbono, bem como o fluxo da matéria e a energia nas cadeias alimentares e os processos de transformação desta. Para isso, os objetivos e a metodologia que seriam aplicados nesse projeto estão descritos no Quadro 1.

É relevante observar a preocupação dos alunos envolvidos nesse projeto com a interdisciplinaridade, imprescindível a realização do ensino de ciências de maneira adequada, como ainda em não fragmentar o conhecimento (Schinitman, 1987; Morin, 2002). Nessa série, é importante fazer com que os alunos consigam contextualizar os temas, o que torna mais significativa a aprendizagem dos conceitos científicos como também introduz conhecimentos de química e biologia, ou seja, da bioquímica.

Os alunos proporiam a utilização de diversas metodologias para introduzir os conteúdos, o que possivelmente tornaria o processo mais dinâmico e prazeroso como a utilização de situações-problema (Mitre et al., 2008), mapas conceituais (Moreira; Sperling, 2009), utilização de músicas e videoaulas (Silva et al., 2012).

Lipídeos e meio ambiente: transformando óleo vegetal em sabão

Destinado a turmas de 1º ano do ensino médio de uma escola que tivesse laboratório, uma das exigências do grupo, o projeto seria proposto com a intenção de realizar um trabalho de conscientização e estudo com relação aos

Quadro 1: Objetivos e metodologia propostas pelos alunos para o desenvolvimento do projeto *Ciclos biológicos e transformação da matéria.*

Objetivos do projeto	Metodologia a ser aplicada
- Capacitar o aluno a identificar a ciclagem de nutrientes e seus elementos; - Envolver o aluno a partir de práticas como o cultivo de hortaliças e sua manutenção, favorecendo a consolidação de conteúdos; - Conscientizar a sociedade; - Desmistificação da ciência como restrita aos cientistas.	- Recapitulação de conceitos aprendidos nas aulas anteriores; - Questões-problema; - Mapa de conceitos; - Utilização de músicas; - Videoaulas; - Criação de um canteiro de hortaliças mantido pelos alunos.

óleos gerados pelas cozinhas, e que podem ser fonte de poluição ambiental por obstruírem tubulações e se infiltrarem no solo. Para remoção e desobstrução de galerias, faz-se uso de produtos químicos tóxicos, também altamente poluentes, causando ainda mais danos ao meio ambiente. O grupo proporia aos seus alunos a reciclagem desse óleo, transformando-o em sabão caseiro. Para isso, os objetivos e a metodologia que seriam aplicados nesse projeto estão descritos no Quadro 2.

Nesse projeto, os futuros docentes realizariam algumas atividades experimentais em laboratório. Para Giordan (1999, p. 43):

> *É de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa de que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta.*

Além disso, o projeto apresenta forte cunho ambiental, pois os docentes estimulariam a discussão da poluição ambiental a partir de óleos produzidos pelas cozinhas e seu destino inadequado. Godoy e colaboradores (2010) relatam a necessidade dessa conscientização em todos os lares e estabelecimentos sobre o descarte seguro dos óleos de cozinha e a produção de sabões a partir destes, diminuindo assim a sua ação sobre o meio ambiente, preservando-o.

O presente projeto apresentaria ainda fortes características da abordagem CTSA, por considerarem importantes as questões ambientais e suas relações ciência-tecnologia-sociedade. Segundo Andrade e Vasconcelos (2014), esse tipo de abordagem para o ensino visa, além do desenvolvimento científico e tecnológico, ao comprometimento dos estudantes com questões socioambientais.

Os futuros professores propunham ainda a expansão desse conhecimento obtido para espaços não formais (Santos; Téran, 2013). Nestes, os alunos teriam a oportunidade de trocar experiências com grupos de pais e outras pessoas da comunidade, enriquecendo mais seus conhecimentos e disseminando o conhecimento recentemente obtido.

A importância de uma alimentação saudável

Apesar de a ideia da realização desse projeto ocorrer em turmas de 8º ano de ensino fundamental, a sugestão do grupo seria de uma atividade continuada e adotada pela escola em todas as séries por reconhecerem a importância da alimentação para a manutenção da saúde e para o desenvolvimento físico e intelectual dos jovens. Assim, o grupo enfatizou a relevância da implantação desse projeto não só para a comunidade escolar, mas também para a comunidade adjacente, estimulando a busca por uma alimentação saudável. Para isso, os objetivos e a metodologia que seriam aplicados nesse projeto estão descritos no Quadro 3.

Quadro 2: Objetivos e metodologia propostas pelos alunos para o desenvolvimento do projeto *Lipídeos e meio ambiente: transformando óleo vegetal em sabão.*

Objetivos do projeto	Metodologia a ser aplicada
- Reconhecer a estrutura básica das substâncias lipídicas, associando às propriedades físico-químicas; - Reconhecer os lipídeos como óleo, gordura e cera; - Perceber os lipídeos como constituintes das células; - Identificar a presença dos lipídeos nos diversos produtos industrializados; - Associar os lipídeos a desastres ambientais; - Propor uma alternativa de ensinar os alunos a transformar óleo em sabão.	Primeira atividade: Reconhecendo os lipídeos. Identificação, caracterização e classificação dos lipídeos. Atividade a ser realizada em grupo. São necessárias duas aulas; Segunda atividade: No laboratório: Estudo das propriedades físico-químicas. A solubilidade e a detergência. Discussão: Despejo de óleos, prejuízo ao meio ambiente e produção de sabão; No laboratório: Produção do sabão. Realização da reação de saponificação sob supervisão do professor; Proposta de ação em espaço não formal: Intervenção na comunidade explicando os impactos ambientais dos óleos despejados no meio ambiente e explicação de como se produzir sabão.

Quadro 3: Objetivos e metodologia propostas pelos alunos para o desenvolvimento do projeto *A importância de uma alimentação saudável.*

Objetivos do projeto	Metodologia a ser aplicada
- Obter noções básicas sobre cada nutriente e as suas principais funções no organismo; - Demonstrar a importância de uma alimentação balanceada; - Sensibilizar os alunos da importância de uma alimentação saudável; - Divulgar os benefícios de uma alimentação mais adequada às reais necessidades do organismo; - Programar palestras e treinamentos específicos na área de alimentação e nutrição na escola a fim de orientar os moradores da comunidade e demais interessados; - Melhorar a qualidade de vida da comunidade ligada à escola pela redução e/ou eliminação dos problemas de saúde; - Incentivar e dinamizar a interação entre comunidade e escola; - Melhorar a qualidade da merenda escolar.	Passo 1: Diagnóstico. Um questionário será aplicado com perguntas relacionadas à alimentação, sobre o que pensam, sobre o que consomem; Passo 2: Palestras e aulas realizadas por professores e profissionais da área sobre diversos temas relacionados à alimentação; Passo 3: Organização e aplicação de conhecimentos. Os alunos, em grupos, elaborarão pesquisas sobre temas; Passo 4: Observação e avaliação. Os grupos de alunos escolherão lanchonetes, cantinas, merenda escolar ou mesmo a própria casa para observar: Alimentação oferecida; a mais consumida; como ela se enquadra em relação a uma dieta equilibrada; Passo 5: Sugestões de modificações. Os alunos sugerirão como montar uma refeição equilibrada no local em que fizeram a observação; Passo 6: Realização de relatórios; Passo 7: Compartilhar conhecimentos. O estudo será apresentado em feira de ciências na escola e a pais e funcionários; Passo 8: Avaliação. Pode-se avaliar o desempenho dos alunos nos passos 3, 6 e 7 do projeto.

Trata-se de um projeto bastante relevante, no qual os futuros docentes trabalhariam com um tema que faria parte de uma ação educativa envolvendo toda a escola. Em se tratando de alimentação saudável, isso realmente poderia propiciar uma melhoria nos hábitos alimentares de todos os envolvidos. Eles estimulariam ainda a capacidade de investigação qualitativa dos seus alunos que, assim, compreenderiam com mais profundidade os problemas alimentares das pessoas que os cercam e o porquê de certas atitudes e convicções (Fernandes, 1991).

Tal projeto também traria uma abordagem CTSA, pois os alunos fariam coletas de dados, pesquisas, como ainda teriam a oportunidade de beneficiar os envolvidos, levando informações relacionadas às questões de saúde e bem-estar provenientes de uma alimentação saudável. As habilidades e as competências oriundas da aplicação desse tipo de abordagem, utilizando as ferramentas propostas para esse projeto, produzirão um sujeito mais crítico e reflexivo, com capacidade de contextualização diante do conhecimento obtido nesse processo de ensino-aprendizagem (Santos, 2007), como sugerem os parâmetros curriculares para o ensino fundamental (Brasil, 1998).

Medicina alternativa – plantas medicinais

O grupo responsável pelo desenvolvimento desse projeto reforçou que a fitoterapia deve ser utilizada com cautela e que esse trabalho serviria para alertar os alunos a respeito da automedicação, assim como alertar a respeito da toxicidade

Quadro 4: Objetivos e metodologia propostas pelos alunos para o desenvolvimento do projeto *Medicina alternativa – plantas medicinais.*

Objetivos do projeto	Metodologia a ser aplicada
- Elaboração de práticas que permitam a discussão de elementos associados a educação ambiental, ecossistema e promoção da saúde; - Estudar compostos químicos, como eles se estruturam e as aplicações medicamentosas; - Distinção entre remédios alopáticos e fitoterápicos; - Reconhecer a importância de não se automedicar; - A participação dos alunos na mostra científica, difundindo o conhecimento obtido.	Passo 1: Realizar a localização geográfica do aluno, utilizando-se de figuras, vídeos etc.; Passo 2: Levantamento do uso e da indicação de plantas utilizadas pelas famílias dos alunos matriculados nas turmas; Passo 3: Sorteio das plantas a serem estudadas pelos grupos; Passo 4: Realização de pesquisas pelos alunos sobre a planta escolhida na internet, livros e pelo conhecimento popular; Passo 5: Exposição das pesquisas de cada grupo para toda a turma na forma de cartazes e seminários; Passo 6: Construção de sementeiras e horta medicinal; Passo 7: Pesquisa mais aprofundada dos alunos com relação aos compostos presentes nas plantas, responsáveis por suas funções farmacológica/bioquímica; Passo 8: Produção de xaropes, sabonetes, xampus, pomadas, balas etc.; Passo 9: Apresentação de todo o trabalho em uma amostra científico-cultural no pátio da escola; Passo 10: Construção de um livro contendo as receitas enviadas pelos pais e pesquisadas na internet.

Quadro 5: Objetivos e metodologia propostas pelos alunos para o desenvolvimento do projeto *Aprendendo com o álcool.*

Objetivos do projeto	Metodologia a ser aplicada
- Despertar o senso crítico dos alunos; - Abordar o tema alcoolismo e os problemas sociais que podem surgir devido ao consumo excessivo de bebidas; - Incentivar o trabalho em grupo e a participação dos alunos em assuntos sociais; - Mostrar o contexto histórico do álcool; - Entender o processo de fermentação e como a bebida alcoólica é produzida; - Compreender o processo metabólico do álcool no organismo.	Passo 1: Na primeira aula, realizarão o contexto histórico e falar dos tipos de álcoois. A aula será do tipo expositivo-dialógica; Passo 2: Na segunda aula, serão feitos questionamentos acerca do processo fermentativo e a aula ocorrerá em forma de discussão; Passo 3: Na terceira aula, os alunos serão divididos em grupos para trabalhar conteúdos relacionados ao álcool; Passo 4: Na quarta aula, será discutido o metabolismo do álcool no organismo humano; Passo 5: Na quinta aula, debates sobre os temas anteriormente sorteados entre os grupos. Cada grupo deve apresentar os resultados de suas pesquisas com gráficos, tabelas etc.; Passo 6: Apresentar os resultados para toda a escola em um dia de palestras, convidando pais, funcionários da escola e outras pessoas da comunidade.

de muitas plantas, desmistificando a ideia de que tudo que é natural pode ser consumido abundante e livremente. Também ressaltaria a importância dessa prática na nossa cultura. Para isso, os objetivos e a metodologia que seriam aplicados nesse projeto estão descritos no Quadro 4.

O projeto proposto teria um objetivo bastante esclarecedor em relação aos cuidados com a automedicação e a desmistificação com relação aos produtos naturais. Este traria a abordagem CTSA como proposta norteadora (Santos, 2007), pois os alunos teriam a oportunidade de desenvolver um trabalho de pesquisa baseado na coleta de dados, na sua organização, como ainda a construção de uma horta. Estudariam conteúdos de botânica, contextualizando-as com conteúdos de bioquímica/farmacologia das moléculas encontradas nesses fitoterápicos e utilizados amplamente pela comunidade.

Aprendendo com o álcool

Nessa proposta, o projeto seria realizado em cinco aulas. O grupo buscou evidenciar como o álcool funciona bioquimicamente em nosso organismo, o processo de fermentação e os problemas de saúde e sociais gerados pelo consumo excessivo dessa substância. Por meio de aulas construtivistas, eles consideram que as aulas seriam mais relevantes. Para isso, os objetivos e a metodologia que seriam aplicados nesse projeto estão descritos no Quadro 5.

Nesse projeto, os futuros docentes sugeririam aulas construtivistas. Nestas, os alunos se tornariam ativos no processo de construção do conhecimento acerca do álcool (Piaget, 1998), o que poderia proporcionar uma aprendizagem mais significativa. Este teria um importante cunho social, pois a escola teria a oportunidade de realizar interação entre as famílias como ainda com a comunidade. Eles proporiam também aulas expositivas dialogadas que, segundo Anastasiou e Alves (2004, p. 79)

> *É uma exposição do conteúdo, com a participação ativa dos estudantes, cujo conhecimento prévio deve ser considerado e pode ser tomado como ponto de partida. O professor leva os estudantes a questionarem, interpretarem e discutirem o objeto de estudo, a partir do reconhecimento e do confronto com a realidade.*

Considerações finais

Muitas das disciplinas específicas ofertadas para os cursos de licenciatura ainda são deficientes quanto ao aspecto da prática docente para a formação de professores. Geralmente estas são ministradas da forma tradicional, somente com o uso de aulas expositivas. Dessa maneira, parece haver uma fragmentação na formação docente, cujas disciplinas pedagógicas são voltadas à formação docente, enquanto as específicas voltam-se à formação do biólogo bacharel, não sendo levado em consideração pelos professores dos cursos de licenciatura o fato de estarem formando professores de biologia, que deverão ter, além dos conhecimentos próprios das ciências biológicas, competências e habilidades para saber aplicá-los, utilizando-se de conhecimentos didático-pedagógicos. Unir esses elementos pode proporcionar grandes e importantes mudanças no ensino da biologia nas universidades e no ensino básico.

Este trabalho mostrou que é possível fazer com que os alunos relacionem os assuntos vistos em sala de aula, na disciplina de bioquímica metabólica, com sua futura prática docente, planejando atividades hipotéticas a serem desenvolvidas em turmas do ensino básico. Os grupos propuseram atividades dinâmicas, preocupando-se com os aspectos pedagógicos como o construtivismo, a abordagem CTSA, a aprendizagem significativa e a criação de relações entre escola, família e comunidade.

Os estudantes demonstraram avanços durante o processo de construção do projeto, durante as apresentações dos temas e das discussões com os colegas, pois eles inicialmente apresentavam muitas dúvidas em relacionar esse aprendizado, obtido na disciplina, com a aplicabilidade para o ensino básico. Tais avanços foram percebidos no decorrer do semestre com a compreensão da importância de planejar tais atividades, de adotar estratégias novas de ensino, o que possibilitou também autoconhecimento e reconhecimento da necessidade de mudanças, como ainda da importância

da disciplina para o ensino básico, exigindo dos alunos autocrítica e postura ativa diante da possibilidade de uma possível intervenção em sala de aula.

Portanto, as propostas de projetos desenvolvidas pelos estudantes podem constituir uma das estratégias para a instrumentação do ensino paralelamente à aprendizagem dos conteúdos específicos da biologia. Essa atividade por si, trazida pelos próprios estudantes, favorece a formação prática docente mesmo nas disciplinas ministradas por professores que não atuam diretamente na área de ensino.

Luciana Duarte Martins da Matta (lucianadamatta@hotmail.com), bióloga (UFRN), mestre em Bioquímica (UFRN), é doutora em Ciências Biológicas (UFPE). Natal, RN – BR. **Luiz Sodré Neto** (luizsodre@ufcg.edu.br), biólogo, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFRN), é doutor em Ecologia e Recursos Naturais (UFSCar). Cuité, PB – BR.

Referências

ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L.P. *Estratégias de ensinagem na universidade.* Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. ed. Joinville: Univille, 2004.

ANDRADE, B.S.; VASCONCELOS, C.A. O enfoque CTSA no ensino médio: um relato de experiência no ensino de biologia. *Scientia Plena*, v. 10, p. 1-9, 2014.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: ciências naturais. Brasília: MEC; SEF, 1998.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*: ciências da natureza e matemática. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais* + (PCN+) - ciências da natureza e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio*: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

DECCACHE-MAIA, E.; MELO, A.P.C.; ASSIS, P.S. Aulas práticas como estímulo ao ensino de ciências: relato de uma experiência de formação de professores. *Estudos IAT*, v. 2, p. 24-38, 2012.

FERNANDES, D. Notas sobre os paradigmas de investigação em educação. *Noesis*, v. 18, p. 64-66, 1991.

GARCÍA, E.; GARCÍA, F. *Aprender investigando*: una propuesta metodológica basada en la investigación. 7. ed. Sevilha: Díada, 2000.

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

GODOY, P.O.; OLISKOVICZ, K.; BERNARDINO, V.M.; CHAVES, R.W.; PIVA, C.D.; RIGO, A.S.N. Consciência limpa: reciclando o óleo de cozinha. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente,* v. 13, n.17, p. 205-217, 2010.

MITRE, S.M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDI-DE-MENDONÇA, J.M.; MORAIS-PINTO N.N.; MEIRELLES, C.A.B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA,T.; HOFFMANN, L.M.A. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, n. 13, p. 2133-2144, 2008.

MOREIRA, M.A.; SPERLING, C.S. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo: ¿una correlación necesária? *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 4, p. 91-100, 2009.

MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

NOVAK, J.D. Concept maps and vee diagrams: two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science*, v. 12, p. 29-52, 1990.

PIAGET, J. *Para onde vai a educação?* 14. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.

SANTOS, W.L.P. Contextualização do ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, 2007.

SANTOS, S.C.S. e TERÁN, A.F. O uso da expressão espaços não formais no ensino de ciências. *Areté,* v. 6, n. 11, p. 01-15, 2013.

SCHINITMAN, N.I. *Manual de metodologia de la enseñanza de la química*. Córdoba: Gonzales Truccone, 1987.

SILVA, J.L.; SILVA, D.A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D.C.A.; LEAL, P.G.; BENEDETTI FILHO, E.; FIORUCCI, A.R. A utilização de vídeos didáticos nas aulas de química do ensino médio para abordagem histórica e contextualizada do tema vidros. *Química Nova na Escola.* v. 34, n. 4, p. 189-200, 2012.

Para saber mais

CORREIA, P.R.M.; DAZZANI, M.; MARCONDES, M.E.R.; TORRES, B.B. A bioquímica como ferramenta interdisciplinar: vencendo o desafio da integração de conteúdos no ensino médio. *Química nova na escola*, p. 19-23, 2004.

HILGER, T.R.; GRIEBELER, A. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. *Investigações em ensino de ciências*, v. 18, p. 199-213, 2013.

MOREIRA, M.A. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula*. Brasília: Ed. UnB, 2006.

_____. ¿Al final qué es aprendizaje significativo? *Revista Qurriculum*, v. 25, p. 29-56, 2012.

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

Abstract: *Biochemistry Teaching and teacher education: projects for basic education, developed by college students.* This work aimed to interfere in the teaching-learning process during the course of metabolic biochemistry proposing the students of Degree in Biological Sciences designing projects that simulate hypothetical situations to the classroom in high school, in which each group of students should develop its own method of teaching about the contents related to biochemistry. Such projects were planned seeking contextualization with everyday life of the students and they emphasize the importance of working practice teaching in specific areas of biology, so that future teachers can associate what they learn in the undergraduate with what they will teach at the basic level. They also can promote the teaching instrumentation even in those disciplines in which teachers do not work directly with this practice.
Keywords: teaching, meaningful learning, teacher training.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160032

A Camisinha como Artefato Tecnológico no Ensino de Química

Juliane Nadal Dias Swiech

O aluno é um partícipe da ação educativa. Essa ação pode ser obtida por meio da contextualização de temas sociais, associada aos aspectos tecnológicos do desenvolvimento de um produto e sua função. Esse trabalho foi realizado com alunos do 1º ano do ensino médio, em um colégio da cidade de Ponta Grossa (PR), com o objeto camisinha como artefato tecnológico no ensino de química. Reproduziram-se os testes de qualidade dos preservativos e posteriormente foram abordados os processos tecnológicos de produção, obtenção de novos materiais e processos de decomposição, avaliando impactos ambientais e sociais. Dinâmicas colaboraram com a formação do aluno como cidadão crítico e atuante na sociedade. O tema camisinha na sala de aula foi usado como suporte para abordar diversos conteúdos de química durante o ano letivo, mas foi também um marco na formação do aluno que, junto com o professor, atuou e se envolveu num processo intermitente de investigação e discussão coletiva para buscar a produção do conhecimento.

▶ química, camisinha, tecnologia ◀

Recebido em 07/03/2014, aceito em 14/06/2015

As atividades metodológicas envolvendo o ensino de ciências precisam ser em prol de uma aprendizagem crítica, levando em consideração o que acontece com o meio onde o aluno se encontra, promovendo a construção de conhecimentos que façam sentido para este (Brasil, 1998).

Com a variedade e disposição das tecnologias da informação, é importante que as pessoas sejam capazes de pensar criticamente sobre a realidade, compreendendo as relações que as informações a que têm acesso mantêm entre si. Dentro de um contexto interdisciplinar, faz-se necessário que os estudantes adquiram as habilidades de investigar, compreender, comunicar e, principalmente, relacionar o que aprendem em sala de aula com a sua realidade social e cultural (Hartmann et al., 2007).

[...] o presente trabalho tem como objetivo a socialização de ideias, com a comunidade docente, buscando contribuir com a reflexão da práxis voltada para o ensino de química e tecnologias, e sua relação interdisciplinar, por meio de atividades desenvolvidas em sala de aula, utilizando a camisinha como artefato tecnológico.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a socialização de ideias, com a comunidade docente, buscando contribuir com a reflexão da práxis voltada para o ensino de química e tecnologias, e sua relação interdisciplinar, por meio de atividades desenvolvidas em sala de aula, utilizando a camisinha como artefato tecnológico. As propostas para o ensino do cidadão precisam considerar os conhecimentos prévios dos alunos, o que pode ser feito mediante a contextualização dos temas sociais, na qual se solicita a opinião destes a respeito do problema que o tema apresenta, mesmo antes de ser discutido do ponto de vista do conhecimento (matemática, física, química, biologia etc.) (Pinheiro et al., 2007). O aluno é um partícipe da ação educativa. Junto com o professor, atua e se envolve num processo intermitente de investigação e discussão coletiva para buscar a produção do conhecimento. Caracteriza-se como um sujeito ativo, sério e criativo.

Nesse contexto, planejaram-se aulas temáticas voltadas a

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

problematizar, investigar e interpretar situações/fatos significativos para os estudantes, mostrando que, entre os contextos sociais, podemos reconhecer os conhecimentos químicos, e que situações cotidianas podem ser utilizadas como incentivo ao conhecimento. Para isso, a orientação sempre se dirigiu para aulas interativas e dialógicas com o intuito de discutir amplamente as ideias dos estudantes, buscando a formação integral do cidadão e a sua atuação como corresponsável dinâmico e participativo do processo.

Este trabalho decorre de uma ação realizada com alunos do 1º ano do ensino médio, durante as aulas de química, em um colégio da rede particular de ensino da cidade de Ponta Grossa (PR). O objetivo principal foi contribuir com a formação dos educandos nos aspectos pessoais, sociais, éticos e cognitivos, por meio do objeto camisinha como contextualização das aulas de química, de maneira a desenvolver valores e competências necessárias ao desenvolvimento de sua autonomia intelectual e do pensamento crítico.

Metodologia

Compreender aspectos do conhecimento científico pode nos facilitar o entendimento de diferentes situações como as transformações que ocorrem na natureza (Chassot, 2003). É fator imprescindível estimular os alunos para que entendam que a ciência está associada ao cotidiano, e que o desenvolvimento e a utilização da ciência e da tecnologia geram mudanças tanto ambientais quanto na sua forma de vida (Fabri et al., 2012).

É fator imprescindível estimular os alunos para que entendam que a ciência está associada ao cotidiano, e que o desenvolvimento e a utilização da ciência e da tecnologia geram mudanças tanto ambientais quanto na sua forma de vida (Fabri et al., 2012).

O presente trabalho consistiu em cinco etapas divididas em atividades diferenciadas, realizadas durante o 1º semestre do ano letivo, abrangendo 83 alunos. A 1ª etapa, Testes de qualidade, foi realizada durante sete aulas práticas de química, em que os alunos foram divididos em grupos de 15 alunos, no máximo. As etapas: *Composição química*, *A matéria se transforma*, *A camisinha e a AIDS* e *Ciranda da vida* ocorreram respectivamente em duas, seis, três e três aulas específicas, mas o tema foi retomado em outras aulas como base para o trabalho com os conteúdos específicos.

1ª etapa: Testes de qualidade

Essa etapa foi realizada no laboratório da escola. Trata-se da reprodução dos procedimentos demonstrados no vídeo *Látex: a camisinha na sala de aula,* disponível no DVD Programas de TV Química Nova na Escola, produzido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Foram realizadas algumas adaptações associadas ao artigo *Camisinha na sala de aula: saúde, sexualidade e construção de conhecimentos a partir de testes de qualidade* (Ferreira et al., 2001). Todos os resultados foram anotados para posterior estudo e comparação com outros materiais.

Procedimentos

- Informações da embalagem: os alunos buscaram informações na embalagem sobre composição, características de cada marca e modelo, prazo de validade e orientações gerais (Figura 1).

- Medidas: os alunos realizaram os testes caracterizados como:

a) Massa: verificou-se a massa do preservativo por meio da balança do laboratório.

b) Comprimento e diâmetro: os alunos desenrolaram o preservativo e, com uma régua, mediram seu comprimento e diâmetro sem alteração. Depois, com dois alunos segurando o preservativo, sendo um em cada ponta, um terceiro mediu o comprimento do objeto esticado. Cortou-se um anel equivalente a dois centímetros da borda do preservativo e esticou-se o anel, medindo-se o maior diâmetro obtido (Figura 1).

c) Tração de massa mínima: para observar a resistência do material quanto à tração, foi utilizado um gancho para prender o anel do preservativo obtido anteriormente. Nesse anel, foi pendurado um peso de massa 4,2 kg (tração mínima para que o anel não se rompa) (Ferreira, et al., 2001).

d) Capacidade volumétrica: o preservativo foi preenchido com água até estourar. A quantidade de água foi determinada por meio de uma proveta com 250 mL de capacidade. O volume final foi anotado (Figura 1).

e) Densidade: acrescentou-se 50 mL de água em uma proveta de capacidade de 250 mL. Largou-se o preservativo dentro da proveta com a água. Observou-se o deslocamento do volume de água na proveta. Fazendo uso da massa anteriormente obtida, calculou-se a densidade. O procedimento foi realizado em triplicata.

f) Condutibilidade elétrica e a porosidade da camisinha: encheu-se um copo de béquer com solução eletrolítica contendo água e sal (solução aquosa de cloreto de sódio [NaCl = (10 ± 1,0) $g.L^{-1}$] a (25 ± 5) ºC e testou-se a condutividade elétrica desta utilizando um circuito elétrico com um soquete com lâmpada. Posteriormente o preservativo foi preenchido com a mesma solução (o preservativo do tipo lubrificado foi lavado cuidadosamente para retirar a camada de lubrificante), foi preso por uma garra em um suporte e mergulhado no copo contendo água e sal. Com o circuito, os alunos testaram a condutibilidade elétrica, colocando um eletrodo na solução do copo e outro na solução do interior do preservativo, percebendo que não houve condutibilidade. Posteriormente efetuaram-se furos no preservativo com a repetição do teste e observando a condução da eletricidade. Colocaram-se os eletrodos nas paredes do preservativo e percebeu-se que esse material não conduz eletricidade (Figura 1).

g) Os testes foram repetidos com outros materiais como papel, borracha, plástico, cortiça, fibra vegetal e metal.

Figura 1: Testes de qualidade.

Questões para discussão

- O que diz a legislação sobre as informações que devem constar na embalagem dos produtos (preservativos) comercializados?

- O que o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) preconiza como um produto de qualidade?

As estratégias de ensino utilizadas na aplicação da atividade

Os alunos puderam perceber as características físico-químicas como textura, elasticidade, densidade e condução de eletricidade. Ao verificarmos as características dos preservativos e de outros materiais, observamos que estas não se repetiam, sendo, portanto, consideradas específicas para cada material. A partir dessas observações, conversamos sobre o que é matéria, suas características e propriedades.

Segundo o INMETRO (2008), as embalagens primárias dos produtos (envelopes aluminizados que protegem o produto) devem conter a frase: "Produto de uso único. Abrir somente na hora do uso", além do nome e marca do produto; a marca do INMETRO e do organismo certificador; número do lote; a data de fabricação; a indicação se o produto é lubrificado; a data de validade ou vencimento; a origem do produto; a largura nominal em milímetros; o número do registro no Ministério da Saúde e novamente a frase "Produto de uso único. Abrir somente na hora do uso".

Ainda segundo o INMETRO (2008), o comprimento dos preservativos não deve ser inferior a 160 mm. A largura nominal deve ser igual à especificação declarada pelo fabricante dentro de uma tolerância de aproximadamente 2 mm. A capacidade volumétrica não deve ser inferior a: 16,0 dm^3 para preservativos com largura menor do que 50,0 mm; ou 18,0 dm^3 para preservativos com a largura maior do que ou igual a 50,0 mm e menor que 56,0 mm; ou 22,0 dm^3 para preservativos com a largura maior do que ou igual a 56,0 mm, arredondado ao 0,5 dm^3 mais próximo.

2ª etapa: Composição química

Os alunos assistiram ao vídeo *Látex: a camisinha na sala de aula* (QNESC, 2007), em que obtiveram informações sobre a obtenção do látex, a produção de preservativos e as orientações sobre a importância deste para a sociedade.

Questões para pesquisa e discussão

- Na indústria de preservativos, as formas metálicas passam pelo banho de látex. Qual deve ser a temperatura ideal para esse banho? Por quê?

- O que são polímeros?

- Qual a composição química do látex? E do óleo lubrificante?

- O que é o processo de vulcanização?

As estratégias de ensino utilizadas na aplicação da atividade

O vídeo como recurso audiovisual leva o aluno a problematizar conceitos, satisfazendo as suas curiosidades. No entanto, é indispensável a presença do professor como interlocutor no processo de ensino-aprendizagem. Com o vídeo, abriu-se um espaço para comentários e questionamentos e, por meio do acesso à internet e de entrevistas informais com pais de alunos e outros professores, os alunos buscaram as respostas que serviram de suporte para o estudo de conteúdos como substâncias puras e misturas, separação de misturas,

estados de agregação, fenômenos químicos e físicos e efeitos da temperatura sobre estes.

3ª etapa: A matéria se transforma

Leitura e interpretação do texto: *Desenvolvimento de uma nova geração de preservativos* (Fundação de amparo à pesquisa do estado do Rio Grande do Sul) (FAPERGS, 2013). O texto trata da busca por um novo preservativo masculino que mantenha ou aumente o prazer significativamente para melhorar a sua adoção e aumentar a frequência do seu uso. Outras estratégias para aumentar a sua utilização incluiriam um aumento na facilidade de uso dos preservativos masculinos e femininos como, por exemplo, com embalagens melhores ou designs que facilitem sua colocação correta. Os alunos foram organizados em grupos para a realização da leitura e estimulados a pesquisar sobre a composição química, a origem e a decomposição de materiais, assim como o histórico e a evolução da camisinha.

No quintal da escola, os alunos enterraram diversos materiais (inclusive uma camisinha) separados conforme critérios que cada grupo estabeleceu como fundamentais para a sua pesquisa, os quais foram anotados em seus cadernos. Após quatro meses, as covas foram abertas e procurou-se pelos materiais que haviam sido enterrados, comparando com o tempo de decomposição previsto em literatura e com as questões levantadas para a discussão. Os materiais não perecíveis foram resgatados e estabeleceu-se o destino correto para estes. É importante lembrar que o preservativo é feito de látex de borracha natural, o que significa que é perecível.

Questões para discussão

- O que poderia ser feito para desenvolver essa nova geração de preservativos?
- Que outros tipos de borrachas existem? E de polímeros?
- O que é tecnologia? Como a tecnologia poderia interferir no processo de obtenção de um novo preservativo? E como poderia interferir na vida das pessoas?
- Qual a consequência da extração de matéria-prima da natureza?
- Quais os fatores que interferem em um processo de decomposição?
- Se a matéria se decompõe, para onde ela vai?

As estratégias de ensino utilizadas na aplicação da atividade

Ao considerar as adaptações ao ambiente e ao momento histórico, é preciso considerar o contexto social e a natureza. Nesse caso, o aluno está com o papel de investigador, buscando por seus próprios métodos as relações existentes entre os questionamentos do professor e o conteúdo abordado. As observações foram registradas e trocadas entre os grupos de alunos. O objetivo dessa atividade foi o de integrar conhecimentos tecnológicos aos científicos. Embora a literatura traga o tempo de decomposição de cada material, é importante para o aluno perceber a transformação dos materiais perecíveis e relacioná-la como um fenômeno químico. Com essa atividade, pode-se trabalhar os ciclos biogeoquímicos, a composição das substâncias e os impactos ambientais e sociais que podem surgir com a tecnologia. Também foi trabalhada a caracterização de cada elemento químico e as suas propriedades periódicas.

Ao considerar as adaptações ao ambiente e ao momento histórico, é preciso considerar o contexto social e a natureza. Nesse caso, o aluno está com o papel de investigador, buscando por seus próprios métodos as relações existentes entre os questionamentos do professor e o conteúdo abordado.

4ª etapa: A camisinha e a AIDS

a) Material

- Quatro copos descartáveis (para quatro alunos) contendo solução de hidróxido de sódio (fluído contaminado com HIV).
- Um copo descartável por aluno restante contendo água (fluído não contaminado com HIV).
- Solução de fenolftaleína.
- Tiras de papel contendo situações cotidianas para sorteio, simulando um acontecimento entre os alunos.

Cada aluno recebeu um copo descartável contendo um líquido que representaria os fluídos de seu corpo (sangue, leite materno, esperma e secreção vaginal). Os alunos se apresentavam dois a dois e sorteavam um acontecimento. Se no acontecimento sorteado houvesse uma situação em que existisse troca de fluídos corporais – por exemplo, tiveram relacionamento sexual sem camisinha –, uma parte do líquido do copo de um aluno era transferida para o copo do outro aluno e vice-versa. Quando no acontecimento sorteado não existisse troca de fluídos corporais – por exemplo, tiveram relacionamento sexual seguro –, os copos eram apenas encostados, não havendo trocas de líquidos entre eles. Após várias rodadas de acontecimentos e trocas de duplas, a professora revelou para a turma que quatro pessoas apresentavam em seus fluídos o vírus HIV, e que seria feito um teste por meio de uma substância reveladora que indicaria a coloração rosa para as pessoas contaminadas.

Questões para discussão

- Qual o mapa da contaminação? Quem estava inicialmente contaminado e quem se contaminou?
- Quais os motivos que levaram as pessoas a se contaminarem?
- O que os alunos sentiram ao pensar que poderiam estar contaminados?
- O que os alunos sentiram quando o resultado foi revelado?
- Todas as pessoas que se descuidaram foram contaminadas? Quais os riscos?
- Qual é a substância reveladora?

As estratégias de ensino utilizadas na aplicação da atividade

Em razão de possuir um caráter de natureza lúdica, a dinâmica de grupo promove uma reprodução do mundo das relações vivida pelo indivíduo. Justamente por essa similaridade com a realidade experimentada pelo sujeito da dinâmica, a atividade constitui-se em um poderoso agente de mudanças (Silva, 2008). Nessa ação, podem-se resgatar com os alunos os sentimentos de medo, alegria, ansiedade e frustração, tratada como alívio e responsabilidade ao transcender a realidade. Como a substância reveladora é um indicador ácido-base, essa atividade foi utilizada também para introduzir os conceitos de ácido, base e indicador ácido-base. Os alunos montaram, em um painel coletivo, uma escala de pH (potencial hidrogeniônico) contendo informações sobre o pH dos fluídos corporais e suas características.

5ª etapa: Ciranda da vida

Os alunos foram dispostos em duas cirandas (circunferências), sendo uma interna e outra externa. Sentados no chão, eles ficaram dispostos um em frente ao outro, utilizaram uma lista com 30 perguntas elaboradas pela professora (anexo 1), as quais poderiam ser escolhidas aleatoriamente, sobre gravidez na adolescência, doenças sexualmente transmissíveis, vida e família. Nessa dinâmica, os alunos da circunferência interna escolhiam uma pergunta para fazer ao seu colega da circunferência externa e vice-versa. Após algum tempo, ao sinal da professora, os pares eram trocados e surgia a oportunidade de novas perguntas.

Foi o primeiro contato de muitos alunos com os preservativos. Alguns relataram a dificuldade em solicitar aos pais a compra dos preservativos e a reação diferenciada que o pedido gerou em cada família. Em geral, a ansiedade foi amenizada ao se explicar que se tratava de uma atividade didática da disciplina de química.

Em outro momento, os alunos assistiram a uma palestra sobre sexualidade e doenças sexualmente transmissíveis, ministrada por um representante de uma associação local de assistência ao portador do vírus HIV. Receberam informações por meio de uma linguagem clara e informal e puderam sanar as suas dúvidas quando se abriu um espaço para perguntas e respostas. Essa atividade culminou com o encerramento do trabalho.

As estratégias de ensino utilizadas na aplicação da atividade

Essa dinâmica colaborou para que houvesse maior interação e respeito entre os alunos e suas opiniões, oportunizando também um momento de diálogo sobre o tema sexualidade, gravidez na adolescência e família. Em geral, as conversas que os alunos têm sobre esses temas são informais. Nesse momento, houve um direcionamento do professor, buscando a opinião dos alunos e promovendo um momento de reflexão sobre o tema.

Discussão dos resultados

Foi o primeiro contato de muitos alunos com os preservativos. Alguns relataram a dificuldade em solicitar aos pais a compra dos preservativos e a reação diferenciada que o pedido gerou em cada família. Em geral, a ansiedade foi amenizada ao se explicar que se tratava de uma atividade didática da disciplina de química.

Segundo Seffner (2011), abordar certos temas ligados à sexualidade e mesmo ao gênero diante de uma classe de alunos pode ser quase completa novidade para alguns e matéria de total conhecimento, quando não de experiência prática, para outros. Esse fato demonstra o grande cuidado que o professor deve ter ao abordar o assunto, procurando sanar dúvidas e orientar para uma prática sexual com segurança. Em muitos momentos, as dúvidas surgiram e foram expostas em sala de aula. É fundamental que o professor esteja preparado para responder às perguntas e aos comentários e saiba tratar o tema com seriedade.

Ao realizar a primeira atividade, discutimos sobre a função do preservativo e detalhes de como se deve abrir a embalagem, forma correta de se utilizar e o descarte adequado que se deve dar a este. Os temas sexualidade, contracepção e doenças sexualmente transmissíveis foram explorados nas atividades *A camisinha e a AIDS, Ciranda da vida* e na palestra sobre o tema. Durante a atividade *A camisinha e a AIDS*, pôde-se perceber o sentimento de aflição e arrependimento por parte dos alunos, no momento da revelação dos contaminados, mesmo que na ficção. Conversamos sobre esses sentimentos, tratamentos e prevenção de doenças sexualmente transmissíveis. Em todas as atividades, o tema foi tratado com naturalidade, e foi abordado de modo que os alunos se sentissem soltos e estimulados a falar sobre o tema, sendo que, no momento da palestra, já estavam familiarizados com o assunto e à vontade para tirar as suas dúvidas.

Com o tema sobre a camisinha como artefato tecnológico na sala de aula, buscou-se demonstrar que a química faz parte do dia a dia dos alunos. Os conhecimentos químicos foram evidenciados por meio das etapas da produção do preservativo, desde a extração do látex, transformação, industrialização, descarte e decomposição, e ressaltados na atividade que prevê uma nova geração de preservativos. Esse tipo de atividade possibilita aos alunos tomarem decisões responsáveis acerca da qualidade de vida em uma sociedade impregnada de ciência e tecnologia.

Conclusão

Os alunos não tiveram dificuldades em articular adequadamente conceitos científicos com questões tecnológicas e sociais, o que talvez se deva ao relativo interesse deles pelo tema. É fundamental que essa relação seja também estabelecida concomitante a outros temas e conhecimentos.

O trabalho foi realizado na disciplina de química, mas abordou diversas áreas de conhecimento. Desse modo,

percebe-se que isso poderia ter colaborado mais com a formação dos alunos se tivesse sido realizado de forma interdisciplinar, com a participação de outros professores da instituição de ensino, fato que precisaria ser revisto em outras edições.

O tema camisinha na sala de aula foi usado como suporte para abordar diversos conteúdos de química durante o ano letivo, mas foi também um marco na formação do aluno como cidadão. Os discentes, como leigos, tiveram a oportunidade de avaliar o processo tecnológico em si e não apenas o seu produto final. Isso democratiza e os tornam socialmente responsáveis por suas decisões.

Cabe a nós, pais, responsáveis e educadores, proporcionar e manter um canal aberto com os adolescentes, para conversarmos sobre a vida sexual, a escolha dos métodos contraceptivos, a importância da qualidade e da responsabilidade nos relacionamentos afetivos, para que o jovem reflita sobre as implicações de uma gravidez sem planejamento ou de uma doença.

Agradecimento

Agradeço ao Colégio Marista Pio XII pela disponibilidade e apoio em todas as etapas da execução do projeto.

Juliane Nadal Dias Swiech (juliswiech@yahoo.com.br), psicopedagoga, mestre em química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, é professora do ensino médio. Curitiba, PR – BR.

Referências

BRASIL. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul. *Desenvolvimento de uma nova geração de preservativos*. In: RODADA DO GRAND CHALLENGES EXPLORATIONS, 9. 2013. Disponível em: <http://www.fapergs.rs.gov.br/upload/nova_geracao_camisinha.pdf.>. Acesso em: 19 fev. 2014.

_____. Instituto Nacional de Metrologia. *Resolução RDC nº. 62*, de 03 de setembro de 2008 - Estabelece os requisitos mínimos a que devem obedecer aos Preservativos Masculinos de Látex de Borracha Natural. Disponível em: http://azt.aids.gov.br/documentos/inventario/RDC%20n%C2%BA%2062-ANVISA.pdf. Acesso em: 15 fev. 2015.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências. Brasília: MEC; SEF, v. 4, 1998. Disponível em: <http/portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf.> Acesso em: 20 fev. 2014.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, 2003.

FABRI, F.; SILVEIRA, R.M.C.F. Alfabetização científica e tecnológica nos anos iniciais a partir do tema lixo tecnológico. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 5, n.2, p. 99-127, 2012.

FERREIRA, R.M.H.; LOGUERCIO, R.Q.; SAMRSLA, V.E.E.; DEL PINO, J.C. Camisinha na sala de aula: saúde, sexualidade e construção de conhecimentos a partir de testes de qualidade. *Química Nova na Escola*, n. 13, p. 09-12, 2001.

HARTMANN, A.M.; ZIMMERMANN, E. O trabalho interdisciplinar no ensino médio: a reaproximação das Duas Culturas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, 2007.

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W.A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

SBQ. Sociedade Brasileira de Química. *Látex*: a camisinha na sala de aula. Programas de TV Química Nova na Escola. São Paulo: SBQ, 2007. 1 DVD.

SEFFNER, F. Sexualidade na sala de aula: tecendo aprendizagens a partir de um artefato pedagógico. *Revista estudos feministas*, v. 19, n. 2, p. 561-572, 2011.

SILVA, J.A.P. O uso de dinâmicas de grupo em sala de aula. Um instrumento de aprendizagem experiencial esquecido ou ainda incompreendido? *Saber Científico*, v. 1, n. 2, p. 82- 99, 2008.

Abstract: *The condom as a technological device in chemistry teaching.* Students are agents in the education process. Such process can be developed through the contextualization of social themes, associated to technological aspects of the development of a product and its use. This study was carried out with students in the first year of high school, in a private teaching institution in Ponta Grossa – PR, using the object condom as a technological device to teach chemistry. First, the product quality tests were reproduced and later the condom production technological processes were approached, evaluating environmental and social impacts. Group dynamics contributed to the students' development as critical and active citizens in their society. The theme 'condom' was used in the classroom as a support to address several chemistry content items throughout the school year, but it was also a milestone for the students that presented interest in it and, together with the teacher worked and got involved in a process of investigation and collective discussion to seek knowledge production.
Keywords: chemistry, condom, technology.

ANEXO 1

1 - Quais são os seus planos para o futuro?
2 - O que os seus pais pensam sobre namorar/ficar na sua idade?
3 - O que se considera um comportamento de risco, que possa vir a ocasionar uma infecção pelo vírus da AIDS (HIV)?
4 - Você pretende ter filhos?
5 - Qual a relação sobre o uso de drogas injetáveis e a AIDS?
6 - Você acredita existir algum problema em você fazer uso de um preservativo?
7 - Qual será a sua primeira reação ao descobrir que será pai (ou mãe)?
8 - O que você acha do uso da camisinha?
9 - Como é a sua família?
10 - O que são doenças sexualmente transmissíveis?
11 - Como você organizaria a sua vida ao saber que será pai (ou mãe)?
12 - O que fazer quando a camisinha estoura?
13 - A AIDS pode ser transmitida por meio do beijo?
14 - Se você fosse ter um filho, você assumiria a paternidade (maternidade) ou pediria ajuda aos seus pais?
15 - Por que algumas doenças são transmissíveis?
16 - Que valores a sua família preconiza?
17 - O que é janela imunológica?
18 - Que critério você pensa em usar para escolher o nome de seu filho?
19 - Quais as características que você gostaria que o(a) seu(sua) namorado(a) tivesse.
20 - É possível estar com uma DST e não apresentar sintomas?
21 - O que os seus pais pensam sobre transar na sua idade?
22 - Qual a intenção do governo ao distribuir preservativos gratuitamente em unidades de saúde?
23 - Namorar ou ficar?
24 - Por que o descarte de preservativos merece atenção especial?
25 - Em sua opinião, qual é a função da família?
26 - O que você pensa sobre transar na sua idade?
27 - Que profissão você pensa em seguir?
28 - A AIDS tem cura? Tem tratamento?
29 - Cite o nome de três doenças sexualmente transmissíveis.
30 - Além das relações sexuais, quais as outras formas de se adquirir doenças como a AIDS?

Resenha

Contém Química 2 - pensar, fazer e aprender pelo método investigativo

Por: Maria do Carmo Galiazzi

Este é um livro de autores com densa experiência e formação no Ensino de Química. Professores de cursos de Licenciatura e pesquisadores do campo, com intensa produção de conhecimento na área de Educação Química, como atestam muitos artigos em Química Nova na Escola. Este livro defende a experimentação na escola e, por isso, é leitura recomendada para quem lida com o Ensino de Química em qualquer nível, mas especialmente para professores de Licenciatura em Química, professores da Educação Básica e licenciandos. O enfoque do livro está na aprendizagem de conceitos estruturantes de Química, em uma abordagem fundamentada em teorias do campo da Educação em Ciências. É um livro que faz a diferença para quem estuda as teorias apresentadas e se propõe a pensar em sua sala de aula, assumindo princípios investigativos. Para um professor de Química é um clássico. Além disso, a proposição é aberta, deixando espaço e tempos de autoria e invenção para o professor de Química.

No primeiro capítulo, os autores apresentam uma lista de substâncias encontradas em produtos comerciais, um quadro de equipamentos de laboratório e materiais alternativos correspondentes, que podem ser utilizados na falta daqueles, além de dois croquis de laboratórios, justificando a proposição de bancadas em V. No segundo capítulo, os autores apresentam diferenças entre os termos história, epistemologia e natureza da ciência; salientam a inadequação de usar a experiência como ilustração; bem como destacam os obstáculos epistemológicos apontados por Bachelard para a construção do conhecimento científico. O capítulo 3 traz um breve histórico desde a metafísica de Aristóteles, com interpretações sobre o método científico e as limitações de enquadrar a produção de conhecimento científico em um método único. Uma discussão sempre difícil é apresentada no capítulo 4, que discute Ciência e Ética a partir de questões da vida: querer, dever e poder, apresentando quatro normas que retratariam o *ethos* científico. Com estes princípios normativos, discutem o plágio, a conduta do cientista e as fraudes científicas.

No capítulo 5, os autores apresentam o ensino investigativo a partir de um problema de estrutura aberta que suscita a discussão de ideias, a defesa de algumas dessas ideias no grupo, o trabalho coletivo e o desenvolvimento do pensamento. No capítulo 6 é que se chega ao âmago da proposição dos autores, após o embasamento de questões estruturantes da Ciência. O capítulo 7 traz ferramentas importantes desenvolvidas na pesquisa em Ensino de Ciências, que podem vir a acompanhar e favorecer a aprendizagem pelos alunos e professores, como é o caso do V epistemológico, proposto por Gowin depois de vinte anos de pesquisa, com o objetivo de conduzir os alunos a uma melhor compreensão do trabalho experimental. Usar todas as partes do V de Gowin situa a atividade experimental como investigativa. Outra ferramenta de aprendizagem que os autores apresentam no livro é o mapa conceitual, desenvolvido na década de 1970 por Novak e Gowin, e que permite ao aluno se beneficiar de uma aprendizagem significativa com a construção de relações conceituais que estruturam o conhecimento de forma hierárquica.

O capítulo 8 do livro apresenta o método investigativo com 93 experimentos investigativos. Cada um inicia com uma questão problematizadora, seguido da proposta de um objetivo em cada atividade, da lista de materiais disponíveis que pode ser acrescentada de materiais pelos alunos e de sugestões de questões para debate ou novas investigações. Os experimentos foram descritos detalhadamente em obra anterior: *Contém Química* – pensar, fazer e aprender com experimentos.

Este livro transforma a aula de Química e a experimentação.

Ana Cláudia Kasseboehmer, Dácio Rodney Hartwig e Luiz Henrique Ferreira. *Contém Química 2 - pensar, fazer e aprender pelo método investigativo.* São Carlos: Pedro&João Editores, 2015, 448 páginas.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160033

Conexões entre Cinética Química e Eletroquímica: A Experimentação na Perspectiva de Uma Aprendizagem Significativa

Roberta Maria da Silva, Renato César da Silva, Mayara Gabriela Oliveira de Almeida e Kátia Aparecida da Silva Aquino

Geralmente conceitos de eletroquímica e cinética química parecem não possuir qualquer relação para o estudante. Neste trabalho, apresentaremos uma forma alternativa de abordagem dos conceitos de eletroquímica e que busca, nos conceitos de cinética, o aporte necessário para uma discussão mais integrada. Para isso, foi realizada, por estudantes do ensino médio, a construção de pilhas naturais com laranjas e as diferenças de potencial foram mensuradas em distintas condições experimentais. A ação foi baseada no modelo teórico da aprendizagem significativa que trata do movimento de interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

▶ eletroquímica, cinética química, aprendizagem significativa ◀

Recebido em 14/10/2014, aceito em 15/06/2015

A eletroquímica é um tema discutido na disciplina de química e, no ensino médio, tem como principal objetivo estudar sistemas químicos a) capazes de fornecer trabalho elétrico a partir de reações de oxirredução, que é um processo conhecido como pilhas e b) que utiliza a energia elétrica para produzir reações químicas, que é um processo conhecido como eletrólise.

Nos estudos de Alessandro Volta, que tomou como base os experimentos e as teorias de Galvani, foram utilizados diferentes discos de metais (Cu/Sn ou Zn/Ag) empilhados e conectados com pedaços de papel umedecidos em solução salina. Dessa maneira, o cientista conseguiu encontrar o método para a geração de corrente elétrica e estabeleceu evidências para a existência da eletricidade por meio da construção da pilha – que vem do empilhamento dos discos. Em sua homenagem, a pilha passou a ser conhecida como voltaica. Segundo Oki (2000):

> *Este nome relacionava-se com a palavra 'empilhamento', que caracterizava o modo como eram arrumados os diferentes metais neste dispositivo. Tal artefato, primeiro gerador eletroquímico, era capaz de produzir uma corrente elétrica contínua cuja intensidade dependia da natureza do metal usado, além do tamanho e número de chapas metálicas alternadas na pilha. Este fato possibilitou a realização de experimentos reprodutíveis e novos estudos eletroquímicos. Entretanto, somente muito mais tarde compreendeu-se que nestes equipamentos estava ocorrendo uma reação química e que a energia liberada quando o processo químico acontecia se manifestava na forma de corrente elétrica.*

No entanto, no ensino médio, o tema eletroquímica ainda permite algumas confusões. Ogude e Bradley (1996) registraram as principais dificuldades em torno da compreensão de conceitos relacionados à eletroquímica como ânodo, cátodo, eletrodos positivo e negativo, etc. Dessa forma, o que mais se observa nas experiências de professores que discutem esse tema em sala de aula são as dificuldades dos estudantes em entender os processos de fluxo de elétrons e a condução de elétrons em sistemas eletrolíticos. A deposição de um metal sobre um eletrodo, geralmente, leva os estudantes a terem a ideia de que os opostos se atraem e não que uma reação de oxirredução possa acontecer. Uma boa inferência sobre tais situações é a de que eles trazem consigo os conhecimentos prévios que, muitas vezes, faz mais sentido do que os aprendidos em sala de aula. Para o tema eletroquímica, em especial, o conhecimento prévio pode não ser considerado como uma variante facilitadora, pois estes criam obstáculos

para entender os conceitos de oxidação e redução devido ao conhecimento funcional de pilhas, por exemplo. Para eles, é comum adotar o conceito de redução à diminuição ou perda. No entanto, esse conceito refere-se ao ganho de elétrons em uma reação que resulte na redução química. Com isso, os estudantes enfrentam o que Bachelard (1996) denomina de um obstáculo epistemológico.

Ao discutir eletroquímica no ensino médio, também se pode conectar tal discussão a temas transversais importantes. Dentre esses temas, pode-se realizar uma relação das pilhas e o meio ambiente e assim destacar que pilhas comuns, muitas vezes, são eliminadas inadequadamente. Os resíduos existentes nas pilhas como chumbo, cádmio, mercúrio e outros elementos são considerados de natureza tóxica à saúde e ao meio ambiente. Os estudantes, tendo a plena consciência de que não se deve descartar as pilhas de forma inadequada no meio em que vive, saberão o quanto é importante a sua relação com a matéria existente à sua volta. Nessa direção, ensinar química tem sido um desafio constante no processo relacionado à formação do cidadão.

Por outro lado, a cinética química estuda a velocidade das reações químicas e os fatores que a influenciam. O conceito da velocidade de uma reação pôde ser observado pela primeira vez, por meio de hipóteses no estudo de Ludwig Ferdinand Wilhelmy, sobre a velocidade da inversão da sacarose. A partir desta pesquisa, a cinética química se tornou um ramo de estudo da química (Martorano et al., 2014; Martorano; Marcondes, 2014).

Ao discutir eletroquímica no ensino médio, também se pode conectar tal discussão a temas transversais importantes. Dentre esses temas, pode-se realizar uma relação das pilhas e o meio ambiente e assim destacar que pilhas comuns, muitas vezes, são eliminadas inadequadamente. Os resíduos existentes nas pilhas como chumbo, cádmio, mercúrio e outros elementos são considerados de natureza tóxica à saúde e ao meio ambiente.

Hoje, é muito comum uma prática docente cuja construção do conhecimento se baseia em um aprofundamento conceitual sem a devida preocupação para a contextualização acerca desses conhecimentos (Cardoso; Colinvaux, 2000). Percebe-se ainda, nos manuais didáticos em geral, a dificuldade dos autores mostrarem uma visão menos matemática da cinética química e proporem uma construção do conhecimento contrária à transmissão de informações prontas e acabadas (Martorano; Marcondes, 2014). Estudos apontam a necessidade da contextualização no ensino de cinética química e algumas alternativas para se desenvolver uma aula bem mais atraente com esse tema (Jozária et al., 2000). Ainda encontramos um reforço nas considerações de Matthews (1995):

> [...] *humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do 'mar de falta de significação' que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam.*

Nesse sentido, conhecer as concepções prévias dos estudantes pode auxiliar na escolha de estratégias que possam buscar interligações mais eficazes com o novo conhecimento que será apresentado/discutido. Quando há na estrutura cognitiva do aprendiz elementos que dão suporte para os novos conhecimentos, propiciando uma negociação ou elaboração de saberes, é promovida o que Ausubel e colaboradores (1980) chamam de aprendizagem significativa. Nesse caso, o conhecimento prévio que ancorou o novo conhecimento é chamado, dentro dessa teoria, de um subsunçor.

Cabe salientar que a aprendizagem significativa pode ocorrer por meio de dois processos que fazem parte da dinâmica da estrutura cognitiva (Moreira, 1984). O primeiro é o da diferenciação progressiva, processo em que o novo conceito (ou uma nova informação) interage com o subsunçor e ancora-se nele, levando à sua modificação ou diferenciação. Tal processo significa o desdobrado de um conceito em outros conceitos, podendo ser este um exemplo ou uma elaboração de significados. Um exemplo desse processo na cinética química é quando o conhecimento de energia é estendido para compreender o que é a energia de ativação de uma reação química. Nesse caso, sugere-se que o estudante que traz na sua estrutura cognitiva o conhecimento de energia consiga estabelecer conexões mais efetivas sobre a energia de ativação. Nesse exemplo, a energia deixa de ser um conceito puramente físico e recebe outro papel: o de estabelecer qual é a barreira energética que um reagente deve atingir para se transformar em um produto, processo que está diretamente ligado à velocidade de uma reação.

Por outro lado, quando os conceitos prévios relacionam-se, levando a uma reorganização destes e adquirindo novos significados, acontece o processo de reconciliação integrativa (Moreira, 1988). Podemos sugerir que esse processo possa ocorrer no momento em que conceitos de pilha e eletrólise integram os conceitos ligados à presença de corrente elétrica. Nesse caso, fica evidente a necessidade do indivíduo de buscar conceitos trabalhados na disciplina de física e aplicá-los no desenvolvimento do conhecimento de eletroquímica.

Assim, este estudo analisa como abordar a temática eletroquímica de forma integrada com os conceitos de cinética química. Para haver uma integração entre as referidas temáticas, pode-se pensar na construção de pilhas naturais de laranjas com estágios de maturação distintos pela conservação por refrigeração. Quando se compara a diferença de potencial (ddp) gerado na pilha de frutos conservados e

não conservados, temos uma ligação direta de conceitos de cinética (ação da temperatura na reação de decomposição do fruto) e eletroquímica (produção de eletricidade). A análise do processo da construção dessa associação por parte dos estudantes constituiu a base deste estudo, que foi possível por meio da obtenção de conceitos e/ou palavras expostos por eles durante a socialização dos resultados seguida de um debate em sala.

O trabalho de intervenção aqui descrito buscou contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades dos jovens na perspectiva de que possam fazer interferências e levantar hipóteses.

Metodologia

A intervenção descrita no presente estudo aconteceu com estudantes do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Pernambuco (CAp-UFPE). As aulas foram destinadas a uma turma composta por 28 alunos do 2º ano do ensino médio e em um total de cinco horas/aula.

O trabalho de intervenção aqui descrito buscou contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades dos jovens na perspectiva de que possam fazer interferências e levantar hipóteses. Para isso, a aplicação da intervenção foi realizada em três momentos: a) no primeiro momento foi realizada, pelos estudantes em grupo, a construção de pilhas utilizando laranjas como meio eletrolítico, eletrodos de parafuso (Zn), prego (Fe) e folha de alumínio (Al) (ânodos da pilha), moeda de cobre (Cu) de cinco centavos (cátodo da pilha), fio elétrico, bico de jacaré e faca. A diferença de potencial (ddp) das pilhas foi obtida com o auxílio de um multímetro. Quatro pilhas foram ligadas em série e a força eletromotriz do sistema foi testada ligando o conjunto de pilhas a uma calculadora e a uma lâmpada *led*; b) após sete dias, cada grupo construiu novas pilhas com as mesmas laranjas utilizadas no primeiro momento, sendo que metade foi conservada em refrigerador doméstico (18^0C) e a outra metade foi armazenada em temperatura ambiente (27^0C). A ddp produzida pelas pilhas com laranjas foi então medida novamente para futuras comparações e discussões; c) no último momento, ocorreu a comparação dos resultados das ddp fornecidas pelas pilhas no primeiro e segundo momentos por meio de uma exposição realizada pelos grupos. Após as exposições, foi realizado um debate e as ideias de cada grupo foram confrontadas. As principais palavras que foram descritas pelo grupo classe durante o debate foram elencadas e posteriormente os grupos as localizaram dentro dos temas eletroquímica e/ou cinética química. Foi então construída uma tabela para análise da correlação entre os dois temas.

Resultados e discussão

No primeiro momento, o grupo de estudantes recebeu os materiais para construir as suas pilhas naturais representado na Figura 1A, que depois foram ligadas em série (Figuras 1B, 1C e 1D) para formar uma bateria. Nesse dia, foram anotadas as ddp de todas as laranjas individuais que, quando multiplicado por quatro – no nosso estudo, usaram-se quatro pilhas individuais – obteve-se a ddp da bateria. O fluxo de elétrons de um eletrodo para outro, causado pela ddp, pode ser aproveitado na forma de trabalho elétrico, o que fez funcionar uma lâmpada *led* (Figura 1E) e uma calculadora (Figura 1F).

Soluções eletrolíticas podem estar contidas nos sumos de frutas cítricas como, por exemplo, na laranja. A tensão e a corrente produzidas pelas pilhas naturais individuais e em série montadas são suficientes para acionar equipamentos eletrônicos com baixa demanda de potência como *leds*, calculadoras, relógios analógicos e digitais. Esse experimento

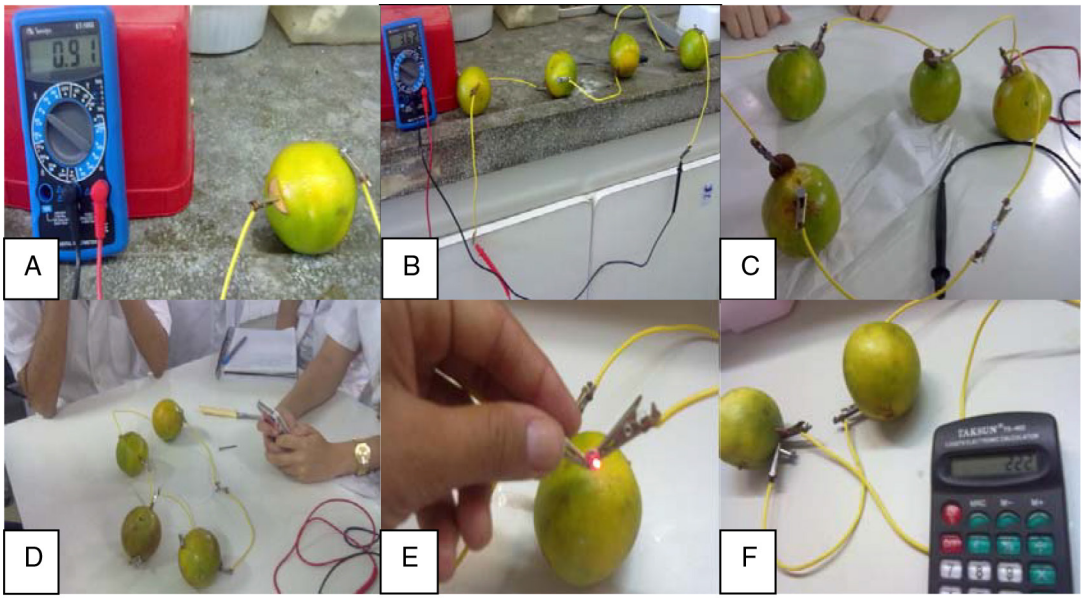


Figura 1: Pilha natural de laranja construída pelos estudantes.

de pilhas naturais a partir de laranjas pode ser explorado como simples demonstração da transformação de energia química em energia elétrica e tal utilização mobiliza conceitos de física (corrente elétrica), química (reação redox) e biologia (ação de micro-organismos no amadurecimento ou na degradação do fruto). As pilhas de laranja construídas com os eletrodos propostos envolvem as semirreações descritas na Tabela 1 (Brown et al., 2005).

Tabela 1: Potenciais-padrão de redução em água.

Potencial (V)	Semirreação de redução	
0	$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$	(1)
-0,44	$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$	(2)
-0,76	$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(s)}$	(3)
-0,83	$2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	(4)
-1,66	$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightarrow Al_{(s)}$	(5)

A principal característica das pilhas de laranja construídas é o fato de existir a combinação das semirreações (2), (3) e (5) com a solução eletrolítica ácida da fruta, que podemos representar pela semirreação (1). Espera-se que os eletrodos de zinco, ferro ou alumínio sofram oxidação (polo negativo) com consequente liberação de íons Zn^{2+}, Fe^{2+} e Al^{3+} na solução eletrolítica. A migração dos elétrons ocorrerá então em direção ao eletrodo de cobre (polo positivo) devido à solução eletrolítica do fruto (similar à ponte salina) contendo íons H^+ (característica da laranja) que se reduzirá a hidrogênio gasoso (H_2), o qual se aderirá ao eletrodo de cobre. Podemos inferir ainda que a água presente nas laranjas também contribui para a formação de corrente elétrica conforme mostra a semirreação (4). Contudo, cabe salientar que os eletrodos de zinco, ferro, alumínio e cobre utilizados neste estudo são ligas metálicas e tal fato muda os valores da ddp obtidos experimentalmente, logo não podemos comparar valores com a Tabela 1, que se refere a eletrodos puros. Tal fato gerou muita discussão no debate, pois os estudantes, ao compararem os valores teóricos e experimentais da ddp, esperaram encontrar similaridades entre suas observações e os comportamentos do mesmo fenômeno mostrado em tabelas e teorias. Tal constatação enriqueceu as discussões e promoveu uma negociação de saberes na perspectiva de que as teorias são bases para as observações, mas os fenômenos externos contribuem para novos resultados.

As laranjas utilizadas no primeiro momento pelos estudantes foram armazenadas, sendo a metade armazenada à temperatura ambiente (27^{0}C) e a outra metade armazenada em um refrigerador doméstico (18^{0}C) durante os sete dias. Após esse período, eles voltaram a medir as ddp das laranjas utilizadas no primeiro momento, sendo que, nesse caso, estas se encontravam em diferentes estágios de maturação. As laranjas conservadas na geladeira se apresentaram com aspecto preservado e poucos indícios de degradação. Por outro lado, as armazenadas à temperatura ambiente já apresentavam alto grau de amadurecimento e decomposição. Ao analisar os estados das laranjas, os estudantes especulavam sobre a ação da temperatura na conservação destas e os primeiros conceitos de cinética química começaram a aparecer. Cabe salientar que o estudo de cinética já tinha sido desenvolvido na turma e foi relevante observar como estes buscaram nessa parte da química os conceitos necessários para explicar o fenômeno que estava sendo observado. Entretanto, não é comum fazer relações entre cinética e eletroquímica nas aulas regulares de química.

Esse experimento de pilhas naturais a partir de laranjas pode ser explorado como simples demonstração da transformação de energia química em energia elétrica e tal utilização mobiliza conceitos de física (corrente elétrica), química (reação redox) e biologia (ação de micro-organismos no amadurecimento ou na degradação do fruto).

Após a construção das pilhas com as laranjas armazenadas de forma distinta, a ddp das pilhas individuais e da bateria foi de novo obtida por meio do multímetro. Foi possível observar que houve mudanças significativas na ddp apenas para as laranjas não refrigeradas e os estudantes relacionaram a mudança ao estágio de maturação das frutas. A relação entre o grau de maturação da fruta e a ddp produzida por ele pode ser observada na Tabela 2.

Os fenômenos relacionados com o amadurecimento da laranja incluem a degradação das clorofilas a e b (presentes em frutos verdes), a degradação de pigmentos subjacentes e a síntese de novos pigmentos como os carotenoides (que dá a cor laranja ao fruto maduro). Além disso, é possível observar alterações de sabor, diminuição de acidez, elevação no teor de sólidos solúveis e mudanças na textura (Pantastico, 1975).

Um dos motivos pelo qual a laranja madura gera ddp quando ligada ao eletrodo está ligado à sua composição, que se baseia em uma solução eletrolítica de vitamina C,

Tabela 2: Resultados da ddp das pilhas naturais de laranja em diferentes temperaturas.

Eletrodo	ddp (V) não refrigerada no 1º dia	ddp (V) não refrigerada após 7 dias	ddp (V) refrigerada após 7 dias
Zn/Cu	1,20±0,01	0,90±0,02	1,20±0,01
Al/Cu	0,50±0,01	0,00±0,00	0,50±0,02
Fe/Cu	0,30±0,02	0,10±0,01	0,30±0,02

β-caroteno, folato, tiamina e potássio (Tribess, 2003). A vitamina C, conhecida como ácido ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, sendo rapidamente oxidada quando exposta ao ar. Assim, a laranja, quando degrada, tem a influência de fatores microbiológicos, enzimáticos, químicos e físicos, que comprometem suas características organolépticas (aroma, sabor, cor) e nutricionais (vitaminas). Em conjunto, esses fatores e as alterações durante acondicionamento, distribuição e estocagem (Sugai et al., 2002) podem ter influenciado nos resultados obtidos no segundo momento da intervenção.

Então podemos inferir que fatores como a diminuição da acidez pela degradação da vitamina C, que diminui os íons H^+ e o aumento do teor de sólidos solúveis (Pantastico, 1975) podem ter influenciado na perda da capacidade de transferir elétrons, observada na Tabela 2, pelas frutas não refrigeradas após sete dias de armazenamento. Sem um meio eletrolítico adequado, é criada uma barreira para a transferência de elétrons do ânodo para o cátodo da pilha, e a ddp pode ter seu valor diminuído. Fatores adicionais podem comprometer ainda mais a transferência de elétrons e ser possível chegar a um valor zero para a ddp como encontrado para o eletrodo Al/Cu. A produção de substâncias pode criar, por reação, barreiras físicas na barra de alumínio, que é bem susceptível à adsorção de compostos na sua camada externa. Por exemplo, finas camadas de óxido se formam no alumínio com muita facilidade por causa do seu alto poder de oxidação (veja a Tabela 1).

O debate que foi baseado nos resultados apresentados pelos próprios grupos e que gerou a Tabela 2 foi importante para que fosse estabelecida uma ponte entre os conceitos de eletroquímica e cinética. Desenvolver trabalhos em uma perspectiva de uma aprendizagem que faça sentido nas aulas experimentais, expositivas e dialogadas, pode representar avanços, conquistas e desafios para o professor no processo de ensino e aprendizagem. Nessa direção, buscar um debate em que o conhecimento possa ser exteriorizado por meio da utilização de conceitos e/ou palavras pode ocasionar a formação de proposições que mostram as relações existentes entre conceitos percebidos por um indivíduo e seus conhecimentos prévios (Moreira, 1988). No entanto, é relevante conduzir o debate de acordo com uma lógica de raciocínio, de modo que permitam grandes possibilidades de inter-relações que auxiliarão os estudantes que mais falam e aqueles que só escutam as ideias, mas que fazem suas conexões mesmo que em silêncio.

Os estudantes puderam estabelecer relações entre os conhecimentos desenvolvidos por meio da construção da pilha de laranja e o entendimento sobre pilhas comerciais que eles já possuem do ponto vista prático e funcional. Afinal todos tiveram contato com as pilhas e sabem bem como são utilizadas no dia a dia. Com relação à temática de cinética química, estes sabiam diferenciar que os alimentos, na condição ambiental, tendem a se degradar mais rapidamente, enquanto que os produtos refrigerados se conservam por um período muito maior. Isso se deve à temperatura, que é um dos fatores que influenciam nas velocidades das reações bioquímicas nesses alimentos.

Para análise do resultado da intervenção deste estudo, foi construída a Tabela 3, que consta de palavras que foram registradas no quadro durante o debate. Após o debate, todos puderam visualizar tais palavras e interligá-las à eletroquímica e/ou à cinética. O tema principal do debate foi *Por que a laranja conduz eletricidade?*

As palavras iniciais da primeira coluna da Tabela 3 mostram os conceitos introdutórios, início da unidade temática sobre eletroquímica. A primeira delas mostra que, para os estudantes, a constituição principal da pilha de laranja é o ânodo e o cátodo. A segunda mostra que a principal característica da pilha é a geração de corrente elétrica. Esses conhecimentos são prévios para estudantes acerca do estudo de uma pilha comum. O levantamento dá indícios do estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento (pilhas naturais) e aquele existente pela estrutura cognitiva do indivíduo (pilhas comerciais). Baseado na teoria da aprendizagem significativa, pode-se inferir que a pilha de laranja também se tornou um exemplo de artefato que produz eletricidade e que dá uma nova dimensão, mais ampla, do conhecimento prévio dos estudantes sobre pilhas comerciais. Aqui podemos destacar que a possibilidade da produção de corrente elétrica se estende para outros meios e não se restringe apenas a meios industriais (pilhas comuns). Tal entendimento modifica o conhecimento prévio e o coloca em outros contextos. Faz

Desenvolver trabalhos em uma perspectiva de uma aprendizagem que faça sentido nas aulas experimentais, expositivas e dialogadas, pode representar avanços, conquistas e desafios para o professor no processo de ensino e aprendizagem. Nessa direção, buscar um debate em que o conhecimento possa ser exteriorizado por meio da utilização de conceitos e/ou palavras pode ocasionar a formação de proposições que mostram as relações existentes entre conceitos percebidos por um indivíduo e seus conhecimentos prévios (Moreira, 1988).

Tabela 3: Palavras e suas conexões estabelecidas pelos estudantes durante o debate.

Palavra	Eletroquímica	Cinética
ânodo e cátodo	x	
corrente elétrica	x	
ddp	x	x
fruta	x	x
madura ou verde		x
resfriada e não resfriada	x	x
íons presentes	x	x

os estudantes pensarem em outras possibilidades e o conhecimento se torna bem mais elaborado e rico.

Ainda é possível observar que os estudantes correlacionaram o conhecimento de pilha natural (eletroquímica) ao conhecimento prévio de velocidade (cinética química). Veja por exemplo que, para estes, a ddp é um conceito que pertence tanto à cinética quanto a eletroquímica. Provavelmente sem o desdobramento do experimento para a medida da ddp após sete dias de armazenamento, tal correlação não seria estabelecida. A atribuição das palavras aos dois assuntos expressa o quanto eles ampliam seus conhecimentos e os integram de forma coerente. Uma frase registrada durante o debate parece reforçar nossas conclusões:

> *A laranja verde apresenta maior teor de solução eletrolítica, resultando em alta ddp, enquanto que a madura apresenta baixo teor de solução eletrolítica, resultando em baixa ddp.*

Do ponto de vista teórico, quando se compara um fruto à temperatura ambiente com um fruto refrigerado, observa-se que as reações bioquímicas têm maior velocidade no fruto não refrigerado, facilitando a sua degradação. Com essa explicação, que está mais ligada ao campo da cinética química, os estudantes foram capazes de concluir que a diminuição da concentração de íons pode ser a explicação das mudanças na voltagem da pilha de laranja armazenada sem refrigeração. Na Tabela 3, quando eles associam as palavras resfriado e não resfriado, íons presentes e ddp aos temas de cinética e de eletroquímica, dão indícios de que o experimento os auxiliou nas conexões entre tais temas.

Ao mostrar essa relação entre a eletroquímica e a cinética química, os estudantes parecem desenvolver um movimento relacionado com o processo de diferenciação progressiva. Ou seja, os conceitos relacionados com as pilhas naturais estão ancorados nos conceitos da velocidade de degradação e sua influência pela temperatura. O processo de reconciliação integrativa pôde ser observado quando os estudantes mobilizaram os conceitos de degradação e velocidade, na perspectiva da química, para concluir que tal comportamento proporciona mudanças nos valores da ddp, que é um campo da física. Dessa forma, eles conseguem então mostrar um conhecimento muito mais amplo e relevante. As interligações entre a eletroquímica e a cinética química foram possíveis graças à adaptação do experimento. O enfoque adotado teve um papel importante na construção de um conhecimento químico mais integrado. Isso mostra a importância da mediação do professor e na sua escolha de recursos didáticos que possam se tornar potencialmente significativos para os estudantes.

Em adição, cabe salientar que a aprendizagem significativa é processual, ou seja, não são ações pontuais que propiciam uma avaliação contundente de tal movimento na estrutura cognitiva dos estudantes. Outras situações, que envolvam os conceitos trabalhados neste estudo, deverão ser analisadas para se ter certeza de que eles conseguem continuar suas interligações. O aprimoramento dos conceitos bem como suas aplicações sempre caminha para diversos contextos, e quando o estudante puder mobilizar seus conhecimentos para entender essas novas situações, de fato teremos indícios mais fortes de que houve uma aprendizagem significativa.

Considerações finais

Este estudo mostrou como é possível desenvolver uma atividade didática com o objetivo de fazer com que estudantes do ensino médio sejam capazes de construir uma pilha natural a base de laranja e entender o seu funcionamento. Além disso, sejam capazes de entender que fatores externos como a temperatura, por exemplo, podem influenciar na produção da ddp das laranjas armazenadas na temperatura ambiente e em refrigerador comum. Ao produzir uma discussão integradora em sala, o professor gera reflexões importantes por parte dos estudantes que, no nosso caso, proporcionou a interligação dos temas eletroquímica e cinética química. Tal ação favorece a articulação de conhecimentos distintos que se desenvolvem pelo processo de reconciliação integrativa. Tal processo da aprendizagem significativa parece ficar mais explícito quando estudantes conseguem estabelecer ligações entre uma medida física, a ddp (eletroquímica), e a influência do grau de maturação de frutas que depende da forma de armazenamento (cinética química). Tal ligação ficou evidenciada nas palavras registradas durante um debate após a exposição dos resultados do experimento. Nesse cenário, percebemos, a partir das análises aqui discutidas, o quanto o processo de aprendizagem é dinâmico e vai sendo construído a partir de uma reorganização constante na estrutura cognitiva do indivíduo, a partir da interação entre novos conhecimentos e os já existentes. A reorganização também pode acontecer a partir de novas inter-relações entre os próprios conceitos já presentes na estrutura cognitiva de cada indivíduo. Nesse momento, pode ser observado o movimento que parece indicar a promoção da aprendizagem significativa em processos cujos novos conceitos vão se diferenciando ao mesmo tempo em que também vão se integrando. Contudo, novas oportunidades são necessárias para a constatação da apropriação de significados por parte dos estudantes na perspectiva da promoção de uma aprendizagem significativa.

Roberta Maria da Silva (robertacodai@gmail.com), graduada em licenciatura plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), técnica em Agropecuária pelo Colégio Dom Agostinho Ikas (CODAI/UFRPE), é estudante do curso técnico em Química Industrial pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE). Recife, PE – BR. **Renato César da Silva** (natocezar@gmail.com), graduado em licenciatura plena em Química pela UFRPE, é mestre e doutorando em Química Teórica e Computacional pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife, PE – BR. **Mayara Gabriella** Oliveira de Almeida (mayaradqf@hotmail.com) é graduanda em Licenciatura em Química pela UFPE, é aluna bolsista do projeto de experimentação pedagógica "O laboratório de química: uma proposta para o ensino Fundamental e Médio" desenvolvido no Colégio de Aplicação da UFPE. Recife, PE – BR. **Kátia Aparecida da Silva Aquino** (aquino@ufpe.br), pós-doutora em Tecnologias no Ensino pela UFPE, mestre e doutora em Tecnologias Energéticas e Nucleares pela UFPE, licenciada em Química pela UFRPE, é professora de Química do Colégio de Aplicação da UFPE. Recife, PE – BR.

Referências

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BROWN; LEWAY; BURSTEN. *Química*: a ciência central. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARDOSO, P.S.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, p. 401-404, 2000.

JOZÁRIA, F.L.; MARIA, S.L.P.; REJANE, M.N.B.; ZÉLIA, M.S.J. A contextualização no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 26-29, 2000.

MARTORANO, S.A.A.; MARCONDES, M.E.R. Investigando a abordagem do tema cinética química nos livros didáticos dirigidos ao ensino médio a partir das ideias de Imre Lakatos. *Acta Scientiae*, v. 16, p. 114-132, 2014.

MARTORANO, S.A.A.; CARMO, M.P.; MARCONDES, M.E.R. A história da ciência no ensino de química: o ensino e aprendizagem do tema cinética química. *História da Ciência e Ensino*: construindo interfaces, v. 9, p. 19-35, 2014.

MATTHEWS, M.R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-216, 1995.

MOREIRA, M.A. O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem. *Educação e Seleção*, n. 10, p. 17-34, 1984.

_____. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística*. v. 23, p. 87-95, 1988.

OGUDE, N.A.; BRADLEY, J.D. Electrode processes and aspects relating to cell EMF, current, and cell components in operating electrochemical cells. *Journal of Chemical Education*, v. 73, p. 1145-1149, 1996.

PANTASTICO, E.R.B. *Postharvest physiology handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. West Port: Avi, 1975.

SUGAI, Á.Y.; SHIGEOKA, D.S.; BADOLATO, G.G.; TADINI, C.C. Análise físico-química e microbiológica do suco de laranja minimamente processado armazenado em lata de alumínio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos,* v. 22, p. 233-238, 2002.

OKI, M.C.M. A eletricidade e a química. *Química Nova na Escola*, n. 12, p. 34-37, 2000.

TRIBESS, T.B. *Estudo da cinética de inativação térmica da pectinesterase em suco de laranja natural minimamente processado*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Para saber mais

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

FATARELI, E.F.; FERREIRA, L.N.A.; FERREIRA, J.Q.; QUEIROZ, S.L. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 32, p. 161-168, 2010.

LEMOS, E.S. (Re)situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, p. 38-51, 2005.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. *Ciência e Cognição*, v. 13, p. 94-100, 2008.

Abstract: *Connections between Chemical Kinetics and Electrochemical in the Perspective of Meaningful Learning.* Concepts of electrochemistry and chemical kinetics generally do not seem to have any relationship for the student. In this paper we will present an alternative way to learning the electrochemical by use of concepts of kinetic chemical for obtained a more integrated discussion in the chemistry learning. In this way, high school students carried out the construction of natural cells with oranges and potential differences (ddp) were measured in different experimental conditions. The action was based on the theoretical model of Meaningful Learning that studying the movement of interaction between new knowledge and pre-existing knowledge in the cognitive structure of the individual.

Keywords: electrochemistry, chemical kinetics, meaningful learning

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160034

A Educação de Jovens e Adultos e a Disciplina de Química na Visão dos Envolvidos

João Paulo Victorino Santos, Guimes Rodrigues Filho e Nicéa Quintino Amauro

O trabalho apresentado tem como objetivo traçar o perfil identitário dos alunos da EJA do município de Itumbiara (GO) mediante o levantamento das concepções dos sujeitos envolvidos no processo educativo – professores, coordenadores pedagógicos, diretores e alunos. Para tanto, utilizamos como instrumento de construção questionários específicos a cada um dos grupos de análise. Estes foram aplicados em todas as seis escolas que oferecem a modalidade EJA para o nível de ensino médio. As análises dos resultados evidenciaram divergências em relação ao entendimento sobre a capacidade de aprendizado dos educandos, assim como sobre o interesse dos alunos pela disciplina de química. A contextualização dos assuntos teóricos, a disponibilização de material didático e o laboratório de ciências, além da formação continuada dos professores, estão entre os principais pontos evidenciados no trabalho como limitadores à qualidade do ensino de química dentro da EJA.

▶ ensino de química, EJA, perfil dos alunos da EJA ◀

Recebido em 10/03/2014, aceito em 10/01/2015

As discussões presentes na literatura apontam para a ressignificação do papel da escola (Rummert; Ventura, 2007; Brasil, 2006). Freire (2006), por exemplo, propõe como função da educação transformar a curiosidade ingênua do estudante em curiosidade epistemológica, o que, segundo o autor, conferiria uma motivação intrínseca para o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, ganha força a educação científica que, para Bachelard (1996), não representa o ensino de conceitos, talvez já obsoletos diante de novas descobertas científicas, mas tem o objetivo de orientar o educando na formulação de problemas, assim como fomentar o pensamento abstrato deste. Aceitando essa premissa, Mortimer (2000) desenvolve o conceito de perfil conceitual e compreende que a educação científica envolve também um processo de crítica, no qual o estudante toma consciência das limitações dos modelos construídos pela ciência e desenvolve a habilidade de utilizar seus conhecimentos científicos e/ou cotidianos de acordo com o contexto.

De acordo com o Conselho Nacional de Educação (CNE) (Brasil, 2006), a Educação de Jovens e Adultos (EJA) destina-se a assegurar gratuitamente àqueles que não puderam efetuar os estudos na idade regular oportunidades educacionais apropriadas, que considerem as características do aluno, os interesses e as condições de vida e de trabalho. É responsabilidade do poder público viabilizar e estimular o acesso e a permanência na escola, mediante ações integradas e complementares entre si.

Rummert e Ventura (2007) evidenciam que os programas para a EJA desenvolvidos pelo Ministério da Educação (MEC) representam rearranjos da mesma lógica que sempre presidiu as políticas para a EJA no Brasil, a qual consiste em atender às necessidades de sociabilidade do próprio capital, mantendo o caráter compensatório e aligeirado que marca negativamente essa modalidade de ensino. Machado e Rodrigues (2013) afirmam que o modelo econômico e político brasileiro, desde sua origem aos dias atuais, contribuiu para que o país chegasse ao século XXI com milhões de brasileiros sem escolarização básica, que vão desde adolescentes a idosos.

Programas educacionais para jovens e adultos em atual funcionamento no Brasil como, por exemplo, os programas de Alfabetização Solidária, Brasil Alfabetizado, Todos pela Alfabetização (TOPA), dentre outros visivelmente marcados

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.

pela aceleração e descontinuidade dos estudos, trabalho voluntário e bolsa-auxílio, além de atenderem prioritariamente à alfabetização de jovens e adultos, não possuem uma proposta pedagógica que priorize a educação de adultos como um processo contínuo de aprendizagem (Cunha Jr.; Araújo, 2013).

Por sua vez, Borges Neto (2008) argumenta que a EJA é ofertada de forma paralela ao sistema regular de ensino, tornando-se duplamente excludente, ao passo que o aluno vive no presente as mesmas metodologias de ensino do passado. Estas não valorizam suas experiências de vida e expectativas de futuro, assim como não são capazes de promover uma efetiva melhoria de vida para o educando.

Machado e Garcia (2013) destacam que atualmente podem ser identificadas iniciativas importantes de aproximação entre EJA e formação profissional, com destaque para o Programa de Inclusão de Jovens (PROJOVEM) e para o Programa Nacional de Educação Profissional Integrada a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA), ressaltando a tendência de escolarização e profissionalização conjunta.

A formação proporcionada pelo curso da EJA nas escolas deve corresponder à prevista nas diretrizes dos projetos pedagógicos que, por sua vez, devem ser condizentes com as diretrizes operacionais para a EJA apresentadas pelo MEC (Brasil, 2010), correspondendo às expectativas de aprendizagem dos alunos que a frequentam. A oferta visa alfabetizar e escolarizar por meio de cursos que atendam às especificidades dos alunos jovens e adultos. As ações devem ser ofertadas em módulos, ciclos ou etapas, correspondentes, em média, a um ano para cada duas séries, uma vez que considera a experiência e os conhecimentos prévios que os alunos possuem (Brasil, 2010).

A formação proporcionada pelo curso da EJA nas escolas deve corresponder à prevista nas diretrizes dos projetos pedagógicos que, por sua vez, devem ser condizentes com as diretrizes operacionais para a EJA apresentadas pelo MEC (Brasil, 2010), correspondendo às expectativas de aprendizagem dos alunos que a frequentam.

Para a realização do presente estudo, empreendemos uma pesquisa com o objetivo de apontar o perfil identitário dos alunos da EJA do município de Itumbiara (GO), bem como levantar, compreender e discutir as concepções dos sujeitos envolvidos na formação – professores, coordenadores pedagógicos, diretores e alunos – no que se refere à disciplina de química no ensino médio.

O ensino de química na EJA

Santos e Schnetzler (1996) identificam que a função do ensino de química é desenvolver a capacidade de tomada de decisão dos educandos, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido. Para tanto, o professor deve atuar como um problematizador, fornecendo meios para a construção do conhecimento a partir das vivências dos sujeitos da educação.

Por sua vez, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) sugerem que a disciplina de química seja ministrada a partir de uma abordagem contextualizada, baseando a prática de ensino em temas estruturadores vinculados ao cotidiano social, para uma compreensão significativa do conteúdo abordado (Brasil, 2006).

Vidal e Melo (2013) apontam que ensinar de modo contextualizado não é citar exemplos de eventos no cotidiano, mas vincular esses eventos ao conhecimento científico de forma a atrair o aprendiz às reflexões sobre o assunto em debate; criar um clima de discussão em sala, dando significância ao papel do aluno, mostrando que ele é capaz de pensar, de formular teorias e de se sentir bem na escola e fora dela; é incentivar o aluno a se tornar importante. Os autores conseguiram despertar o interesse dos alunos ao propor a química dos sentidos como tema estruturador, aliando teoria e prática e trazendo uma abordagem contextualizada e interdisciplinar (Vidal; Melo, 2013). A contextualização dos conteúdos teóricos com o cotidiano do aluno é tema frequente de discussão em muitos trabalhos (Moreira et al., 2011; Kasseboehmer; Ferreira, 2013; Wartha et al., 2013). São muitos os bons exemplos de aplicações, mas o grande diferencial para que isso aconteça é a vontade do professor de superar os vários desafios, como o tempo para ministrar sua aula e a falta de recursos como laboratório de ciências e materiais didáticos. É preciso que a formação do professor contribua nesse sentido, que ele seja estimulado na licenciatura, ainda enquanto discente, a conhecer e aplicar essas metodologias e que a continuação da sua formação de professor ocorra com cursos que também foquem a EJA.

As orientações curriculares para o ensino médio da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias mostram que, no ensino de química no nível médio, persiste a ideia de um grande número de conteúdos a desenvolver, com detalhamentos desnecessários e anacrônicos. Em virtude disso, os professores apresentam dificuldade de participar da construção de um entendimento aprofundado sobre o mundo natural, sendo visivelmente divergentes o ensino de química no currículo praticado e aquele que a comunidade de pesquisadores em educação química do país vem propondo (Brasil, 2006).

O ensino de química para formar o cidadão precisa estar centrado na inter-relação de dois componentes básicos: o conhecimento químico escolar e o contexto sociocultural do aluno. Isso porque, para que o cidadão possa participar de forma efetiva e significativa na sociedade, ele necessita não somente compreender a química, mas também a sociedade em que está inserido. É da inter-relação desses aspectos que se vai propiciar ao indivíduo condições para o desenvolvimento da capacidade de participação, que então vai lhe

conferir o caráter de cidadão (Santos; Shenetzler, 2003).

Em consenso com o raciocínio anterior, Borges Neto (2008) afirma que a trajetória da EJA no Brasil vem sendo marcada pelo fato de destinar-se aos oprimidos da sociedade. Essa afirmativa é baseada no fato de que o público dessa modalidade, de modo geral, possui o perfil que vai desde adolescentes a idosos: diversidade geracional; homens e mulheres: diversidade de gênero; brancos e negros (todavia, esses últimos são em maior número): diversidade étnico-racial; estão no campo e nas periferias das cidades: diversidade de território; e são, em sua maioria, pobres, mas também se encontram entre a nova classe média: portanto, diversidade de classe social (Machado; Rodrigues, 2013).

Para que o ensino de química possa ser cumprido com êxito na EJA, é necessário entender as particularidades, as necessidades, as dificuldades e, principalmente, os diferenciais positivos dos alunos, que possuem conhecimentos que precisam ser contextualizados e inter-relacionados com seu cotidiano e suas ambições futuras.

Como tem demonstrado Chassot (2004), o ensino de química brasileiro é inútil, ou melhor, só tem sido útil para ajudar os estudantes a serem mais dominados. Para tentar reverter essa situação, é preciso que a química seja percebida como algo útil e significativo, e isso ocorrerá à medida que o educador mantiver uma relação recíproca dos conhecimentos científicos com o mundo atual e vivido pelos alunos.

Para que o ensino de química possa ser cumprido com êxito na EJA, é necessário entender as particularidades, as necessidades, as dificuldades e, principalmente, os diferenciais positivos dos alunos, que possuem conhecimentos que precisam ser contextualizados e inter-relacionados com seu cotidiano e suas ambições futuras.

As reflexões de Chassot (2004) ajudam quando se propõem alternativas para um ensino com utilidade, no qual se busca mostrar uma educação por meio da química, que possa contribuir tanto para alfabetização científica quanto para o letramento científico do estudante, para que ele perceba a química como algo real e que pode facilitar a sua leitura do mundo.

Percursos metodológicos

As escolas estudadas nesta pesquisa trabalham há mais de cinco anos com a EJA e possuem diretores e coordenadores com experiência média entre um e cinco anos nos respectivos cargos. Em nenhuma das escolas existe laboratório de ensino de ciências ou específico para a disciplina de química. A pesquisa foi realizada nos meses de agosto e setembro de 2013, em todas as seis escolas públicas estaduais que oferecem EJA (ensino médio) no município de Itumbiara (GO). O universo dessa pesquisa consistiu dos seis diretores, seis coordenadores, seis professores de Química e 123 (69%) dos 178 alunos matriculados, que responderam aos questionários com questões fechadas e abertas aplicados a cada grupo específico.

Esta pesquisa se constitui em um estudo de caso com caráter qualitativo, sendo que as questões propostas deixaram abertura para os participantes exporem seus comentários e expandirem suas opiniões. Um estudo de caso tem o objetivo primordial de fazer entender uma determinada situação vivenciada e descrevê-la, penetrando em uma realidade social (Goldemberg, 2005). Um dado de extrema relevância nas pesquisas realizadas dessa forma é o fato de se esclarecer sobre o fenômeno estudado, de modo que o leitor da pesquisa possa descobrir novos sentidos, expandir suas experiências ou confirmar o que já sabia (André, 2005).

Os principais temas abordados nos questionários foram relativos à estrutura da escola, aos motivos que levam os alunos a desistir dos estudos na EJA, aos que os fazem permanecer, à visão dos envolvidos em relação à importância da disciplina de química para o aluno e a como a disciplina é ou como esta deveria ser ofertada.

As questões de múltipla escolha foram agrupadas e analisadas de acordo com a frequência que apresentaram dentro de cada grupo investigado. Na sequência, foi realizado o processo de análise das informações das questões abertas dos questionários, procurando-se, especificamente, as informações que fossem relevantes ao processo de investigação de acordo com os temas abordados. Para o processo de análise das informações, foi utilizada a Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes; Galiazzi, 2011), que é uma metodologia de natureza qualitativa, a qual tem a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos investigados.

Resultados e discussão

Os sujeitos da EJA: professores e alunos

Em um primeiro momento, é importante ressaltar que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), juntamente com o parecer CNE/CES n° 1.303 (Brasil, 2001) e a resolução CNE/CP nº 01 (Brasil, 2002) estabeleceram as diretrizes para formação nos cursos de química e determinaram que, para ministrar aulas em nível médio do ensino básico, o profissional deve ter curso superior de licenciatura em química. Dos seis professores dessa área que atuam na EJA, apenas um não completou a licenciatura e um é licenciado em química e pedagogia. Os demais são licenciados em química e possuem pós-graduação, sendo que dois possuem especialização em física quântica, um em gestão ambiental e um é mestre em gestão ambiental.

Damasceno e colaboradores (2011) realizaram um levantamento no estado de Goiás e constataram que, no ano de 2007, existiam apenas 148 professores com licenciatura em química atuando nas escolas públicas, o que correspondia a menos de 1% do total de professores e aproximadamente 15% dos profissionais modulados para lecionar essa disciplina em todo o estado. Os autores constataram também que

houve uma evolução no quadro de docentes em química na rede pública do ensino médio do estado, porém ainda muito abaixo do desejado. Os resultados encontrados nesse estudo indicam que essa formação continua em evolução, uma vez que em cinco das seis escolas estudadas os professores são licenciados em química (83%).

Para que se compreenda melhor o objeto de estudo, os alunos responderam questões pessoais que permitiram traçar seu perfil. Na maioria dos casos, esses alunos são do sexo feminino (59%), com idade abaixo de 25 anos, ficaram mais de cinco anos sem estudar, são solteiros (51%), da cor preta ou parda (56%) e trabalham (66%). A renda familiar média é de até dois salários mínimos.

Ao se pensar na idade e no tempo fora da escola, é necessário considerar os fatores pessoais e psicológicos. Alguns alunos envergonham-se de frequentar a escola depois de adultos e, muitas vezes, pensam que serão os únicos, sentindo-se, por isso, humilhados e inseguros quanto à sua própria capacidade para aprender. Segundo Peluso (2003), o educando adulto tem sua história de vida marcada pela exclusão. O aluno que busca a EJA vivenciou inúmeras experiências durante a sua vida e, por meio delas, construiu sua identidade. Cumpre evidenciar ainda que a sensação de incapacidade trazida por alguns alunos está relacionada a um componente cultural que rotula os mais velhos como inaptos a frequentarem a escola e que culpa o próprio aluno por ter dela evadido.

A expectativa da demanda populacional para essa modalidade de ensino leva a crer na existência de mais adultos com idade avançada do que aqueles sujeitos mais jovens – idade pouco acima de 18 anos. Entretanto, ao observar a formação proporcionada pela EJA de uma escola de Santa Maria (RS), foi identificado que a demanda é constituída cada vez mais de jovens com a faixa etária que corresponderia à do ensino regular (Souza et al., 2012). Resultados semelhantes também foram observados em nosso levantamento, sendo que 41% dos alunos possuem menos de 25 anos e 39%, entre 25 e 35 anos.

Pontos de vista convergentes e divergentes a respeito da EJA

Primeiramente, os entrevistados responderam sobre a estrutura da escola. A maioria (87%) a caracterizou como adequada à EJA. No entanto, os professores foram mais críticos em seus comentários. Nesse grupo, apenas 33% entendem que a estrutura das escolas atende às necessidades do ensino de química. Considerando esse contexto, inferimos que, como o trabalho docente está diretamente ligado aos problemas do cotidiano escolar, os professores percebem a incidência da falta de estrutura no processo educacional.

Na segunda pergunta, questionamos os informantes sobre os motivos que levam os alunos a permanecer na EJA (Figura 1) e os que levam a desistir antes de concluir os estudos (Figura 2). As opções de respostas foram propostas com base nos critérios mais citados na literatura, deixando aberto para que opiniões diferentes pudessem ser expostas nas questões discursivas do questionário.

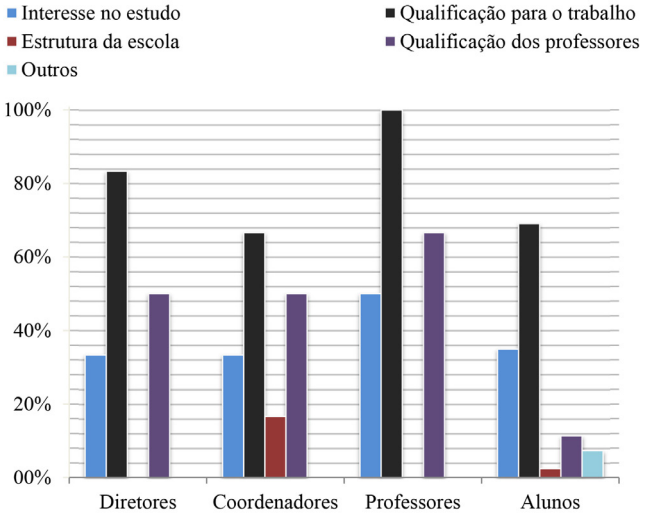


Figura 1: Que motivos influenciam a permanência do aluno na EJA?

As análises das respostas dos sujeitos evidenciaram que a permanência do aluno na EJA está intimamente relacionada à sua necessidade de melhoria nas condições de trabalho. Vinculada a essa concepção, alunos almejam que a EJA lhes proporcione acesso a melhores posições no mercado de trabalho, incidindo assim sobre a qualidade de vida destes, com vistas a uma vida social mais digna a partir do domínio dos conhecimentos culturais e da inserção no mundo político, econômico e social.

A qualificação dos professores foi o segundo fator mais apontado como motivador da permanência do aluno por diretores, coordenadores e os próprios professores. Entretanto, apenas 11,4% dos alunos destacaram esse quesito como motivador, apontando o próprio interesse pelos estudos como mais relevante.

É importante ressaltar que, no processo de cadastramento dos alunos nas escolas estudadas, o conhecimento do nível real de evasão dos cursos da EJA fica comprometido, uma vez que, após duas semanas de início do curso, os alunos que não estão frequentando têm a matrícula cancelada. Tal acontecimento não é considerado nos cálculos formais de evasão/abandono escolar. Segundo os diretores, a evasão fica em torno de 20% entre os alunos que efetivamente iniciam o estudo.

Dentre os fatores que levam os alunos a desistir da EJA, a resposta mais citada por todos é a dificuldade de conciliar trabalho e estudo. Esse é um problema histórico na vida do aluno trabalhador, que compreende a necessidade da qualificação, mas se vê obrigado a preterir os estudos, gerando um ciclo difícil de ser quebrado. O emprego existe, a necessidade de qualificação é eminente no Brasil, o trabalhador não tem tempo e o sistema de ensino não se adaptou adequadamente.

Outro aspecto em destaque na pesquisa é o fato de metade dos coordenadores terem apontado a falta de preparo

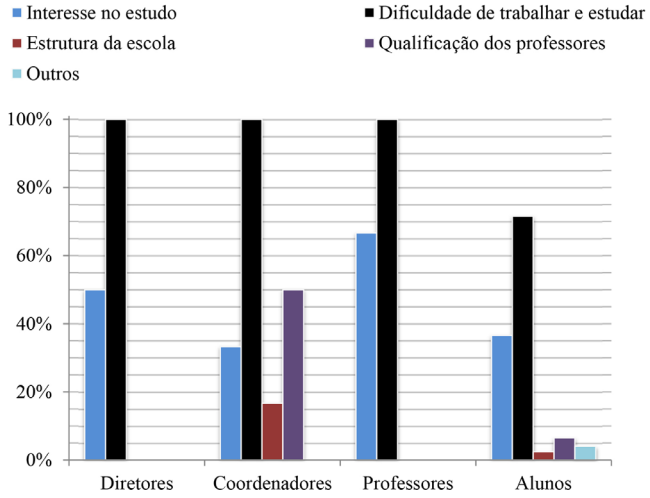


Figura 2: Que motivos influenciam na desistência do aluno na EJA?

dos professores em lidar com o aluno da EJA como razão para a grande evasão existente nos cursos, o que mostra uma divergência de opiniões dentro desse grupo e com os demais, e aponta que esse problema seja específico das escolas em que atuam esses coordenadores.

Ao serem perguntados se os alunos da EJA sentem mais dificuldades em aprender os conteúdos em relação aos do ensino regular, diretores, coordenadores e professores afirmaram unanimemente que sim. Entretanto, entre os alunos, 54% afirmaram não sentir mais dificuldades que os demais alunos. As dificuldades apontadas pelos diretores, coordenadores e professores estão relacionadas, de acordo com seus comentários, ao tempo que esses alunos ficaram parados sem estudar e à necessidade de trabalhar, o que comprometeria a dedicação ao estudo.

Em conexão com as considerações acima citadas, Bonenberger e colaboradores (2006) afirmam que os alunos da EJA apresentam dificuldades em aprender química, o que acarreta em frustrações por não se acharem capazes de compreender os conhecimentos científicos, assim como por não perceberem a importância dessa disciplina no seu dia a dia. Dentro dessa perspectiva, os autores defendem que o uso de temas geradores – como fumo, tintas, alimentos e outros – aproximam o aluno da realidade e favorecem o processo natural de aprendizagem.

Di Pierro (2005) afirma que a suposição da falta de experiência e conhecimento escolar dos jovens e adultos leva a uma visão preconceituosa, subestimando os alunos e dificultando, ou mesmo impedindo, que os professores reconheçam e valorizem a cultura popular e os conhecimentos adquiridos na sua convivência social e no seu trabalho. Vidal e Melo (2013) conseguiram despertar o interesse dos alunos ao propor a química dos sentidos como tema estruturador, aliando teoria e prática, trazendo uma abordagem contextualizada e interdisciplinar.

Em relação ao mercado de trabalho, a maioria acredita que o aluno da EJA é visto nas mesmas condições que os do ensino regular. Essa é a opinião de 83% dos diretores, coordenadores e professores e de 88% dos alunos. Os sujeitos da pesquisa acreditam que a experiência de vida é muito valorizada nas empresas, o que gera um diferencial positivo para esses alunos.

A disciplina de química na EJA

As questões específicas sobre a disciplina de química foram realizadas apenas com os docentes e alunos. Cinco dos seis professores afirmaram que seguem programação diferenciada com a matéria lecionada na EJA em relação ao ensino regular devido ao tempo reduzido de apenas duas aulas semanais de 45 minutos cada.

Professores e alunos responderam sobre como a disciplina de química é relacionada com o cotidiano durante as aulas. A contextualização do conhecimento químico assumiu diferentes significados, sendo que os professores afirmam que utilizaram a demonstração experimental e as visitas às empresas como forma de aproximar o conhecimento químico do cotidiano do aluno. A mesma pergunta entre os alunos apresentou divergências: apenas 43% afirmaram ter participado de experimentos em sala e 53% disseram não ter realizado qualquer atividade diferenciada. Os motivos dessas divergências podem estar relacionados às constantes faltas dos alunos e também ao número reduzido de atividades que vão além da teoria em sala de aula, dificultando a resposta dos alunos a essa questão.

O interesse do aluno da EJA pela área do conhecimento da química foi apontado por 67% dos professores como médio e nenhum afirma ser grande. Entre os alunos, a opinião é diferente: 42% afirmaram ser grande, 46% médio e 12% pouco ou nenhum. Também segundo os alunos, 91% afirmam que a química é vista como importante para a sua formação de cidadão, fato comprovado por 67% dos professores. Uma parte relevante dos professores (33%) acredita que o interesse dos alunos é baixo e que estes não conseguem relacionar a química com a sua formação, não conseguem ver uma ligação com o que estudam e o mundo, mas o que mais chama a atenção é a divergência de opiniões de alunos e professores que convivem em sala de aula e não se conhecem ou não dialogam.

Quanto à vontade de continuar os estudos na área da química, 41 dos 123 alunos responderam que sim e especificaram a área de agronomia e açúcar e álcool como preferidas. Esse número retrata novamente o lado profissional desses indivíduos. A região de Itumbiara é muito forte no agronegócio, com um grande número de empresas ligadas a esse setor que, direta ou indiretamente, depende dos conhecimentos da área da química.

Diretores e coordenadores responderam questão aberta sobre as principais dificuldades da escola no ensino da EJA e o que fazer para melhorar. Dentre as respostas mais citadas, o tempo reduzido para as aulas, a falta de material didático específico e as faltas constantes dos alunos foram os itens mais relatados. As sugestões mais apontadas foram a criação de uma política de governo para incentivar os alunos e

a criação de um programa de formação continuada para os professores da EJA.

Professores e alunos responderam sobre as dificuldades relacionadas às aulas de química e as propostas de mudanças. Nesta, os professores destacaram o número reduzido de aulas, a falta de material didático e de laboratório para aulas práticas dentre os principais desafios a serem superados. A fala de um deles ilustra bem a situação:

> *No meu estado, não há livros, orientações pedagógicas e material voltado para a EJA, principalmente na área da química. O professor precisa pesquisar cada vez mais para ministrar suas aulas e facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Para melhorar, seriam necessários mais investimentos para essa modalidade.* (Professor A)

Por sua vez, os alunos destacaram a falta de laboratório, a dificuldade de aprender química e o número reduzido de aulas por semana como fatores mais relevantes a serem superados. As sugestões mais citadas foram o aumento no número de aulas práticas e a formação continuada para os professores. As falas a seguir ilustram seus pontos de vista:

> *Um laboratório de química seria ótimo, acho que os alunos se interessariam mais pelas aulas se houvesse experimentos sobre como fazer misturas químicas.* (Aluno A)
>
> *Que os professores fossem escolhidos a dedo, com muita vontade e capacitados para ensinar os seus alunos e, principalmente, muito respeito por saber que somos adultos que trabalhamos e tentamos conciliar com os estudos e a família e que o tempo é pouco, mas a minha vontade é enorme.* (Aluno B)
>
> *Tem poucos horários de aula e o pessoal da EJA falta muito e acaba complicando, pois um dia ensina para um e em vez de passar mais matéria tem que ensinar a passada para os que faltaram.* (Aluno C)

Em pesquisa realizada nas escolas públicas de Fortaleza, Pinheiro e colaboradores (2010) afirmam que estas se afastaram das experimentações devido ao alto custo de manutenção dos laboratórios ou à inexistência deles e concluíram, a partir do estudo de caso, que a experimentação é válida e motiva o interesse do corpo discente para o estudo de conceitos relacionados à química em comparação com a metodologia tradicional.

O laboratório de ciências pode ser um local apropriado para se desenvolver habilidades manuais, resolução de problemas, formação de conceitos e desenvolvimento intelectual do estudante. No entanto, falha em alcançar todos esses objetivos conjuntamente, sendo necessário associar a outros elementos pedagógicos como práticas em sala de aula, visitas a empresas e instituições, palestras e trabalhos diferenciados. Considerando que o ensino da EJA é noturno, essas atividades propostas de visitas precisariam ser realizadas à noite ou nos fins de semana, o que gera um pouco mais de dificuldades, mas que precisam e podem ser contornadas com um planejamento conjunto de toda a escola.

Considerações finais

Existe um distanciamento entre as opiniões dos envolvidos nesta pesquisa, conforme demonstram os resultados apresentados. Nesse cenário, apontamos para as questões motivacionais ou preconceitos históricos em relação ao aluno da EJA que possam estar influenciando professores, coordenadores e diretores das escolas. Essas opiniões precisam ser discutidas para que possa haver evolução no ensino da química e como um todo, que exige uma visão diferenciada, assim como o próprio aluno da EJA.

É preciso adaptar aulas, atividades e avaliações, respeitando as vivências e experiências já adquiridas pelo aluno durante sua trajetória de vida. Outro fator a ser destacado é a necessidade de formação pedagógica específica dentro dos cursos de licenciatura em química para que os futuros professores e os profissionais em atividade (que apontaram essa carência em suas formações) possam compreender melhor a EJA com suas particularidades. Nota-se que tal qualificação ocorre muito mais mediante a experiência dos professores no dia a dia e as maneiras pelas quais tentam contornar as situações adversas. A Secretaria de Educação deveria agir articulando essa formação continuada ao calendário escolar, propondo discussões entre os professores de todas as áreas e entre as áreas afins, de modo que as experiências vividas sejam compartilhadas e discutidas. Cursos e palestras de profissionais com experiência na EJA também são importantes para esse processo. A formação continuada tem um importante papel, que é o de manter o professor atualizado, além de fazer com que possa refletir sobre sua prática e a importância na EJA.

Por fim, os resultados construídos na pesquisa evidenciaram que o ensino de química na EJA do município de Itumbiara (GO) não apresenta nenhum diferencial pedagógico em relação ao que vem sendo desenvolvido em outros locais, mas chama a atenção o número de alunos com interesse em continuar os estudos em áreas tecnológicas que utilizam o conhecimento químico. Nesse contexto, faz-se necessário o estabelecimento de um maior diálogo entre os envolvidos nos processos educativos, para que as melhorias possam ser pensadas e realizadas em conjunto. Diretores, coordenadores e professores devem levar às secretarias de educação os problemas vivenciados como falta de laboratório de ciências, falta de material didático específico para EJA e formação do corpo docente, além de cobrar resultado desses encaminhamentos. As secretarias, por sua vez, devem levar essas questões às suas instâncias superiores estaduais e federais para que as mudanças sejam implementadas. O ensino de química dentro da EJA pode ser um diferencial para o aluno caso este consiga ver nele um elo com o mundo do trabalho. Nesse cenário, o professor tem papel decisivo e precisa estar preparado, conscientizando-se de sua importância e amparado pela escola e pelos demais órgãos de educação.

João Paulo Victorino Santos (joaopvsantos2@yahoo.com.br), doutorando em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), é professor do Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara. Itumbiara, GO – BR. **Guimes Rodrigues Filho** (guimes@ufu.br), doutor em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), é professor associado do Instituto de Química e coordenador executivo do Núcleo de Estudos Afro-Brasileiros da UFU. Uberlândia, MG – BR. **Nicéa Quintino Amauro** (nicea@iqufu.ufu.br), doutora em Ciências pelo Instituto de Química de São Carlos (IQSC/USP), é professora do Instituto de Química (UFU). Uberlândia,MG - BR.

Referências

ANDRÉ, M.E.D.A. *Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional*. Brasília: Liber, 2005.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BONENBERGER, C.J.; COSTA, R.S.; SILVA, J.: MARTINS, L.C. O fumo como tema gerador no ensino de química para alunos da EJA. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29, 2006, Águas de Lindoia. *Livro de resumos*... São Paulo: SBQ, 2006.

BORGES NETO, F.A. *Geografia escolar do aluno EJA*: caminhos para uma prática de ensino. 2008. 166 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

BRASIL. *Lei nº 9.394*, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Câmara dos Deputados, Brasília, 2001.

_____. *Resolução CNE/CP nº 01/02*, de 18 de fevereiro de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível Superior, curso de licenciatura de graduação plena. Brasília, 2002.

_____. *Parecer CNE/CEB nº 36/2004*, de 7 de dezembro de 2004. Brasília: CNE, 2006.

_____. *Orientações curriculares para o ensino médio*. v. 2. Brasília: MEC; SEB, 2006.

_____. *Resolução CNE/CEB nº 03/2010*, de 15 de junho de 2010. Institui as Diretrizes Operacionais para a Educação de Jovens e Adultos. Brasília, 2010.

CHASSOT, A. *Para que(m) é útil o ensino?* 2. ed. Canoas: Ed. ULBRA, 2004.

CUNHA JÚNIOR, A.S; ARAÚJO, M.I.O. O lugar da aprendizagem ao longo da vida nas políticas públicas para a educação de pessoas jovens e adultas no Brasil. *Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos*, v. 1, n. 2, p. 116-129, 2013.

DAMASCENO, D.; GODINHO, M.S.; SOARES, M.H.F.B; OLIVEIRA, A.E. A formação de professores de química: uma perspectiva multivariada aplicada à rede pública de ensino médio de Goiás. *Química Nova*, n. 9, p. 1666-1671, 2011.

DI PIERRO, M.C. Notas sobre a redefinição da identidade e das políticas públicas de educação de jovens e adultos no Brasil. *Educação e Sociedade*, v. 26, n. 92, p. 1115-1139, 2005.

FREIRE, P.R.N. *Pedagogia da autonomia*: saberes necessários à prática educativa. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

GOLDEMBERG, M. *A arte de pesquisar*: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Rio de Janeiro: Record, 2005.

KASSEBOEHMER, A.C; FERREIRA, L.H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de química por estudantes de ensino médio. *Química Nova na Escola*, n. 3, p. 158-164, 2013.

MACHADO, M.M.; GARCIA, L.T. Passado e presente na formação de trabalhadores jovens e adultos. *Revista Brasileira de Educação de Jovens e Adultos*, v. 1, n. 1, p. 45-64, 2013.

MACHADO, M.M; RODRIGUES, M.E.C. Educação de jovens e adultos: relação educação e trabalho. *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 7, n. 13, p. 373-385, 2013.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. *Análise textual discursiva*. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MOREIRA, P.F.S.D.; RODRIQUES FILHO, G.; FUSCONI, R.; JACOBUCCI, D.F.C. A bioquímica do candomblé – possibilidades didáticas de aplicação da lei federal 10639/03. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 85-91, 2011.

MORTIMER, E.F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

PELUSO, T.C.L. *Diálogo & conscientização*: alternativas pedagógicas nas políticas públicas d educação de jovens e adultos. 2003. 130 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PINHEIRO, A.N.; MEDEIROS, E.L.; OLIVEIRA, A.C. Estudo de casos na formação de professores de química. *Química Nova*, n. 9, p. 1996-2002, 2010.

RUMMERT, S.M.; VENTURA, J.P. Políticas públicas para educação de jovens e adultos no Brasil: a permanente (re)construção da subalternidade – considerações sobre os Programas Brasil Alfabetizado e Fazendo Escola. *Educar,* n. 29, p. 29-45, 2007.

SANTOS, W.L.P; SCHNETZLER, R.P. Função social: o que significa o ensino de química para formar cidadãos? *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, 1996.

_____. *Educação em química*: compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

SOUZA, C.R.S.; AZAMBUZA, G.; PAVÃO, S.M.O. Rejuvenescimento da educação de jovens e adultos: práticas de inclusão ou exclusão? *Revista Ibero-americana de Educação*, n. 59, v. 2, p. 1-7, 2012.

VIDAL, R.M.B.; MELO, R.C. A química dos sentidos – uma proposta metodológica. *Química Nova na Escola*. n. 1, p. 182-188, 2013.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJANARO, N.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 84-90, 2013.

Abstract: *Adult Education (AE) and the Subject of Chemistry in the vision of those involved.* This work aims to trace the identity profile of Adult Education (AE) students in the city of Itumbiara, state of Goiás, Brazil, according to a survey of the subjects involved in the education process – teachers, pedagogical coordinators, principals and students. For that, an instrument was used with specific questionnaires for each of the groups analyzed. They were applied in the six schools which offer AE with the possibility of GED. The analyses of the results indicate differences in relation to the understanding of the learning capacity of the students, as well as about the interest of the students in the subject of Chemistry. The contextualization of theoretical subjects, the availability of teaching materials and science laboratories, and the continued study of the teachers are among the main points evidenced in this research as limiting the quality of Chemistry teaching in Adult Education institutions.
Keywords: chemistry teaching, AE, profile of adult education (AE) students.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160035

Processo de Ensino-Aprendizagem da Química nas Escolas Médias do Moxico Sustentado no Experimento Químico Escolar

Ernesto Dumba Gabriel, Juan Jesús Mondéjar Rodríguez e Magali Torres Fuente

O ensino das ciências naturais em Angola exige a aplicação de métodos de ensino que propiciem aos alunos assimilar os conhecimentos científicos e técnicos para o bem da sociedade. Assim, a química constitui uma disciplina que exige uma profissionalização contínua e permanente de professores. A pesquisa se aplicou por meio de métodos teóricos e empíricos, baseada nos fundamentos teórico-metodológicos da atividade experimental. O processo de ensino-aprendizagem da química nas escolas médias do Moxico sustentado no experimento químico escolar constitui um espaço de desenvolvimento de potencialidades cognitiva, educativa e motivacional dos alunos. A validação dos resultados desta pesquisa mostrou que sua aplicação permite que os professores ensinem seus alunos a aprender e estes melhoram seus resultados de aprendizagem.

▶ processo de ensino-aprendizagem, ensino da química, experimento químico escolar ◀

Recebido em 06/01/2014, aceito em 14/06/2015

A necessidade de formar profissionais da educação competentes que podem contribuir ao sistema educativo angolano e à acelerada transformação do mundo, desde o desenvolvimento de habilidades básicas necessárias para aprender a aprender ao longo da vida plasmada no Plano Mestre de Formação de Professores do Ministério da Educação Angola (2010), constitui uma das vias para melhorar a qualidade do ensino e, principalmente, potenciar a aprendizagem significativa dos alunos, pois os novos conteúdos no ensino das ciências na actualidade permitem que os professores aprendam a ensinar melhor. Esta é a aspiração da nova escola angolana no século XXI.

Assim, a formação e a melhoria da qualificação científica e técnico-pedagógica dos professores constituem condições essenciais que possam estimular a aprendizagem dos alunos e, consequentemente, contribuir ao aperfeiçoamento da qualidade da educação que se deseja, o que corrobora com o relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI: "A contribuição dos professores é crucial para preparar os jovens, não apenas para que encarem o futuro com confiança, mas para que eles mesmos construam de maneira determinada e responsável" (Delors et al., 1998, p. 152).

Considera-se que o experimento químico escolar constitui, no processo de ensino-aprendizagem (PEA) da disciplina química, uma forma organizativa eficaz nas acções de aperfeiçoamento metodológico.

Considera-se que o experimento químico escolar constitui, no processo de ensino-aprendizagem (PEA) da disciplina química, uma forma organizativa eficaz nas acções de aperfeiçoamento metodológico.

Ao observar e realizar o experimento químico escolar como expressa Bellot Naranjo et al. (2007), conhece-se a natureza dos fenômenos e fatos e se acumulam dados para estabelecer comparações, generalizações e conclusões. Nesse sentido, o aluno pode obter melhores resultados de aprendizagem quando executa atividades, aprofundando e ampliando os significados elaborados por meio da sua participação no PEA, que é uma condição fundamental para a apropriação de tais conteúdos e construção de aprendizagens significativas, o que corrobora com Guimarães (2009, p. 198) a referir-se que "a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação". Dali, o valor pedagógico do emprego da metodologia experimental para obter o conhecimento sobre as regularidades e os novos feitos pedagógicos.

Contudo, o presente trabalho é parte da dissertação de mestrado realizado em 2012 na República de Cuba e tem

como objetivo apresentar os resultados sobre o processo de validação e avaliação dos resultados da integração do experimento químico escolar no PEA da disciplina química das escolas médias do Moxico, Angola, particularmente na Escola de Formação de Professores (EFP).

Metodologia

A pesquisa se aplicou no ano acadêmico 2011, e a amostra constituída por 163 alunos da 10ª classe do curso de Biologia e Química, 2 professores de química, 2 diretores (subdirector pedagógico e subdirector administrativo), 1 coordenador turno e 1 representante dos delegados de turmas da EFP de Moxico. A entrevista aplicou-se aos diretores e coordenadores de disciplina da escola para saber o funcionamento da instituição no que concerne aos professores e funcionários administrativos e sua estrutura. Foram também entrevistados alguns professores e alunos para obtenção de dados e informações sobre o PEA da química, a estrutura física da escola e a caraterização da escola, da turma e do aluno.

A observação foi usada durante as visitas feitas às aulas para conhecer como são administradas as aulas de química do PEA para revisar os documentos curriculares e nas aulas demonstrativas realizadas no laboratório de química. Também se empregou para avaliar as atitudes e atividades dos alunos durante o desenvolvimento do experimento.

O questionário e a análise documental se aplicaram aos docentes e alunos da EFP de Moxico com vista o obter critérios relacionados com o experimento químico escolar, assim como na revisão e valoração crítica dos programas de ensino de química, manuais de química e outra literatura relacionada com a realização dos experimentos no PEA da química.

Procedimentos estatísticos foram utilizados para determinação da amostra, processamento da informação mediante o software SPSS, versão 12.0, e tabulação dos dados.

Definição de termos

Experimento químico escolar: é a atividade prático-experimental realizada pelos docentes e discentes que aproxima o aluno ao trabalho científico, coletivo e prático, pois serve de fonte de conhecimentos integrados sobre a natureza e permite vincular os conteúdos teóricos aprendidos.

Processo de ensino-aprendizagem: é a formação cientificamente planejada, desenvolvida e avaliada da personalidade dos alunos de um centro docente em qualquer dos níveis educacionais de um território dado. É um processo porque tal formação transcorre de maneira sistemática e progressiva, por etapas ascendentes, cada uma delas está marcada por mudanças quantitativas que conduzem a mudanças qualitativas nos alunos nos aspectos cognitivos, volitivos, afetivos e condutuais. Nesse processo, intervêm diferentes componentes: problema, objetivo, conteúdo, métodos e meios de ensino, formas organizativas, avaliação, aluno e professor.

Desenvolvimento

O experimento químico no ensino das ciências tem sido objecto de estudo em várias regiões do mundo e por muitos cientistas como: Tomalela (1986), Colado Pernas (2003), Bellot Naranjo et al. (2007), Laburu Salvadego (2009), Miranda Real (2009), Guimarães (2009), Rionda Sánchez (2009), Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), Gottardo e Diminnighini (2010), entre outros. A metodologia experimental constitui uma via adequada para a investigação pedagógica, uma vez que permite conhecer as relações, as situações ou os problemas relacionados com o objecto em estudo e propor alternativas que podem contribuir no modo de atuação dos profissionais em educação em suas instituições. Diversos autores destacam a importância do experimento químico escolar no PEA de Química, porque se usado de forma combinada com outros métodos ativos, por exemplo, o trabalho de grupo e de campo, o uso dos recursos tecnológicos nas aulas de química, desenvolve a capacidade de observação, análise, reflexão e crítica dos alunos, bem como o início de habilidades manipulativas, formação de valores e atitudes.

Processo de ensino-aprendizagem: é a formação cientificamente planejada, desenvolvida e avaliada da personalidade dos alunos de um centro docente em qualquer dos níveis educacionais de um território dado. É um processo porque tal formação transcorre de maneira sistemática e progressiva, por etapas ascendentes, cada uma delas está marcada por mudanças quantitativas que conduzem a mudanças qualitativas nos alunos nos aspectos cognitivos, volitivos, afetivos e condutuais.

Os resultados do experimento influem na teoria, atuando como um estímulo para modificação, desenvolvimento ou criação de novos conhecimentos. Assim, este autor concorda que o experimento químico, como sublinha Rionda Sánchez (2009), é, no ensino da química e no processo de assimilação dos fundamentos dessa ciência, uma via eficaz para alcançar a qualidade na aprendizagem da cultura científica que se aspira.

De forma geral, na literatura científica, destaca-se que o uso do experimento químico escolar em química permite aos alunos desenvolver capacidades de observação, análise, reflexão, representação de imagens estáveis e duradouras em suas consciências para aplicação na vida prática.

O estado do PEA da química constatado durante o processo investigativo se distingue por:

- A formação pedagógica dos professores é limitada, porque a maioria não domina as tendências didáticas e psicopedagógicas contemporâneas e desconhece as características técnicas, organizativas e metodológicas para a realização correta desse tipo de experimento químico escolar;

- Não existe uma metodologia que propicie o papel ativo dos alunos ao realizar os experimentos químicos nas aulas de química;
- Não há fontes de consulta atualizadas com enfoques psicopedagógicos contemporâneos para a planificação, execução e avaliação do experimento químico escolar que promova a participação ativa dos alunos;
- Os métodos e as técnicas de ensino empregadas pelos professores não estimulam a aprendizagem significativa e criativa dos alunos;
- A totalidade dos professores, directores, delegados de turmas, coordenadores de turnos reconhece a importância da atividade dos alunos no processo de construção de conhecimentos e no PEA da química. Nesse sentido, observa-se uma incoerência entre o que há nessa escola (as metodologias utilizadas pelos professores) e o que se deseja sobre o ensino da química na escola angolana atual: formar as novas gerações de acordo com as exigências e os desafios que o mundo contemporâneo apresenta.

Desse modo, justifica-se a necessidade de uma investigação que propicie a realização de experimento químico escolar na EFP do Moxico, a partir da preparação metodológica e técnica dos professores para que estes ministrem aulas mais motivantes e que os alunos construam seu próprio conhecimento e apliquem o que aprendem na vida prática.

Embora existam propostas de investigações em relação a essa temática, ainda as condições do PEA da química na EFP do Moxico são pouco favoráveis, tais como: o predomínio do método tradicional expositivo nas aulas de química; a falta e/ou pouco conhecimento sobre as tendências psicopedagógicas contemporâneas por parte dos professores; insuficiente ou quase nulo treinamento sobre as características técnicas, organizativas e metodológicas para a realização correta do experimento químico escolar; e a falta de metodologias que promovam o papel ativo dos alunos nesse tipo de atividade docente.

A formação é um processo dinâmico e ativo, no qual o aluno é o protagonista fundamental e o professor é o orientador da aprendizagem, pelo que deve seleccionar as atividades que ativem o PEA, incluindo o experimento químico escolar (demonstrações, demonstrações em aula e práticas de laboratório) e outros métodos e técnicas que conduzam a uma aprendizagem significativa dos alunos.

A formação é um processo dinâmico e ativo, no qual o aluno é o protagonista fundamental e o professor é o orientador da aprendizagem, pelo que deve seleccionar as atividades que ativem o PEA, incluindo o experimento químico escolar (demonstrações, demonstrações em aula e práticas de laboratório) e outros métodos e técnicas que conduzam a uma aprendizagem significativa dos alunos.

A disciplina de química no Plano de Estudo da Escola de Formação de Professores e sua relação com o perfil profissional

A EFP em Angola é parte integrante do Sistema de Educação e consiste em formar professores para a educação pré-escolar e para o ensino geral, nomeadamente a educação regular, a educação de adultos e a educação especial. São escolas do nível médio, com uma duração de quatro anos (da 10ª a 13ª classes) realizada nas Escolas de Formação de Professores e nos Magistérios Primários. Já no nível superior, a formação de professores é feita nas Escolas Superiores Pedagógicas, nos Institutos Superiores de Ciências da Educação e nas Escolas Superiores Politécnicas.

As EFP têm como objetivo de preparar professores para o Iº ciclo do ensino secundário (7ª, 8ª e 9ª classes). O perfil de ingresso para as EFP é a 9ª classe. Nessas escolas, formam-se professores no sistema de dupla docência nas disciplinas de Matemática e Física, Biologia e Química, História e Geografia e monodocência nas disciplinas de Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Língua Francesa, Educação Física e Educação Visual e Plástica.

Devido à inexistência de professores suficientes e qualificados, a EFP de Moxico apenas administra as especialidades de Matemática e Física, Biologia e Química, Linguística, Português e História e Geografia. Essa escola é uma instituição de formação de futuros professores para o 1º ciclo do ensino secundário a fim de dar resposta aos desafios que o mundo e a província de Moxico apresentam.

O estudo da química como uma ciência da natureza tem grande significado na formação da concepção científica do mundo dos alunos, uma vez que permite estudar as regularidades na formação de conceitos químicos no PEA da escola. Os experimentos químicos escolares permitem despertar a curiosidade pela química, incentiva o prazer da aprendizagem científica e o gosto pela ciência. Em Angola, a disciplina de química é parte dos programas curriculares do Iº ciclo do ensino secundário (7ª, 8ª e 9ª classes) e do IIº ciclo do ensino secundário (10ª, 11ª e 12ª classes), cuja finalidade é potenciar as motivações dos alunos para aprofundar os seus conhecimentos.

Entre os objetivos gerais da química no ensino médio (formação de professores e do IIº ciclo), destacam-se: revelar uma primeira perspectiva do que é a química e seu interesse; analisar os factores de diversidade de substâncias; realizar experimentos e observações que proporcionem apropriação de conhecimentos sólidos; e compreender as experiências como critério da validade das previsões (INIDE, 2005).

Alcançar uma aula motivadora, que desenvolva o interesse e incentive o desejo de estudar, é uma problemática no processo de ensino das ciências na atualidade. Nesse sentido, a integração de métodos e técnicas ativas de ensino fomenta a motivação, a participação e a responsabilidade dos alunos durante a sua formação.

Importância do experimento químico escolar no processo de ensino-aprendizagem da química no ensino médio

Todo o conhecimento se desenvolve na interação entre a teoria e a prática, do pensamento e da ação. O conhecimento científico é o resultado das ações do homem sobre os objetos e fenômenos, direta ou indiretamente, procurando extrair destes o que, em determinado momento, representa o motivo central de sua atuação (Rionda Sánchez , 2009).

"A experimentação no ensino da química constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos" (Ferreira; Hartwig; Oliveira, 2010, p. 101), e como sublinha Bellot Naranjo (2007, p. 3): "uma assimilação profunda das leis da natureza e sua aplicação na atividade prática só é possível quando a atividade prática constituiu a base do ensino, a qual é organizada e dirigida pelo professor". De acordo com o nível de ensino da química e a função que desempenha a atividade experimental, Gottardo e Diminnighini (2010) apontam que a prática de laboratório como um elemento motivador no ensino da química permite estimular a aprendizagem produtiva e, consequentemente, um maior rendimento acadêmico de grupos de alunos. Esses autores destacam a potencialidade que tem a atividade experimental no ensino das ciências naturais.

Assim, o experimento químico escolar permite ao aluno relacionar com objetos concretos das ciências, uma vez que, ao observar e realizar experimentos, conhecem a natureza dos fenômenos, factos e acumulam dados para estabelecer comparações, generalizações e conclusões. Ele é, ao mesmo tempo, um procedimento para obter conhecimentos e confirmar a sua veracidade, pois permite desenvolver as habilidades experimentais nos alunos.

O experimento químico escolar se pode classificar em experimentos demonstrativos, que são as atividades experimentais realizadas pelo professor (ou por um ou dois alunos preparados por ele), enquanto o restante dos alunos participa na observação, análise e interpretação dos resultados ao responder, de forma consciente, as tarefas durante o desenvolvimento deste. São experimentos simples realizados em qualquer tipo de aula. Os experimentos de aula são os trabalhos experimentais realizados pelo aluno sob a orientação e controle do professor durante um determinado tempo de aula. Ele é feito com técnicas simples (Ballesteros *apud* Rodríguez Rivero, 2007, p. 30). Já a prática de laboratório é a forma organizativa docente espaço/temporal em que, sob a orientação do professor e tendo em conta os objetivos e conteúdos, actua-se de maneira consciente sobre o objeto de estudo real ou virtual, com uma instrumentação real ou virtual, o que leva o aluno a obter, processar e analisar as informações.

No entanto, os três tipos de experimentos despertam grande interesse e ilustram de maneira realista os passos de forma detalhada: por exemplo, permite um conhecimento exato sobre a ocorrência dos fenômenos e do que se quer observar. Pelo que, o professor, de acordo com o contexto em que vive, do tempo letivo e da natureza dos conteúdos da disciplina, deve empregar os três tipos de experimentos acima citados, contribuindo assim na formação de conhecimentos, hábitos e habilidades dos alunos, no qual "o trabalho experimental é focado na utilização de experiências como uma forma de resolver os problemas e não é tão aparente contemplação do cumprimento leis e princípios" (Colado Pernas, 2003, p. 33).

Requerimentos metodológicos do experimento químico escolar

Ao revisar a obra de Rionda Sánchez (2009) sobre a técnica semimicro nas atividades experimentais de química, constatam-se os hábitos e as habilidades que se podem formar por meio de atividades experimentais:

1. Hábitos gerais de organização da atividade experimental;
2. Habilidades de autodirecção e planejamento do experimento;
3. Habilidades práticas para a realização do experimento;
4. Habilidades de controlo e análise do experimento e seus resultados.

Considera-se que, durante a realização do experimento químico, os professores devam cumprir com as exigências metodológicas, já que, nas atividades experimentais, manipulam-se substâncias e diferentes utensílios de laboratório, observam, descrevem, comparam, explicam os fatos observados, de modo que ocorra uma estreita interação entre as ações mentais (inteletuais) e físicas (práticas). Para que essa interação ocorra de maneira eficaz, é necessário que:

1. O professor determine os objetivos a serem alcançados pelos alunos por meio de experimento químico escolar;
2. Os experimentos químicos permitem a formação e o desenvolvimento gradual de habilidades e hábitos inteletuais, docentes e práticos;
3. Propicie-se da atividade analítico-sintética dos alunos, abstração e generalização correta, assim como o emprego de contraposições;
4. Por meio do experimento químico, garante-se a comparação que desempenha um papel importante na formação dos conceitos básicos da disciplina;
5. O experimento químico selecionado seja simples, tanto no plano teórico e prático, de forma não exceder o limite no qual começa a simplicidade;
6. A realização do experimento químico pressupõe: a formulação clara dos objetivos, a apresentação dos resultados das observações feitas e as conclusões que se derivam.

Para cumprir as tarefas do experimento químico escolar, os professores devem possuir uma preparação relativamente à técnica operatória desse tipo de experimento e à metodologia para a realização de atividades experimentais no ensino da química (Rionda Sánchez, 2009).

Perante tudo isso, considera-se importante que o professor planifique previamente o experimento e defina para que aspectos se devam dirigir a observação dos alunos durante

sua realização para garantir a base orientação, tendo em consideração o objetivo proposto.

Segundo Bellot Naranjo et al. (2007), o experimento demonstrativo desempenha um papel fundamental no ensino da química porque serve como: fonte primária de conhecimento dos fenômenos e meio para a formação de habilidades práticas; constitui um meio e método fundamental no ensino das ciências.

Os autores Rojas Arce, Garcia Levya e Álvarez Diaz (1990) destacam a importância do experimento químico escolar como um factor de motivação. Por essa razão, o autor deste trabalho apoia o ponto de vista de Ramos (2005), que sublinha que o ensino deve abordar, ao invés da descrição e transmissão crítica de informações, a demonstração teórica e prática dos conteúdos; a aprendizagem autêntica inclui em primeiro lugar aprender a demonstrar; a necessidade de instrumentar um sistema de atividades docentes que viabilizem e implementem a capacidade de demonstração; a importância da criação de um clima propício de liberdade e respeito que facilite e estimule esse labor; assim como a avaliação deve levar em consideração a realização, a capacidade de demonstração pelo aluno como um elemento central.

Todas essas contribuições convergem com as tendências atualmente predominantes no campo do PEA das ciências: o enfoque histórico-cultural, porque o ser humano não é passivo nesse processo, uma vez que constrói seu próprio conhecimento por meio de atividades devidamente programadas e orientadas pelo professor e da interação social.

O experimento químico escolar constitui uma forma fundamental para o ensino da química para potenciar a aprendizagem significativa dos alunos, pois permitem desenvolver habilidades inteletuais e manipuladoras; desenvolver as habilidades de observação, análise, reflexão e crítica; criar situações de debate e confrontação de ideias e saberes ao nível da compreensão do problema de partida da concepção do plano experimental e ao nível da execução do referido plano e avaliação do processo.

No entanto, considerando essas potencialidades, é essencial no PEA da química, no nível médio do Moxico, a integração e utilização de experimentos químicos, uma vez que eles são um meio e método que, combinado com a discussão, indagação, pesquisa e cooperação, permitem alcançar uma aula motivante, estimulando, desse modo, a aprendizagem dos alunos e ao mesmo tempo em que lhes coloca em contato com a aplicação da química na vida quotidiana.

Para a aplicação dos experimentos químicos no PEA da química dessa escola média de Angola, consideraram-se três etapas:

- Diagnóstico: diagnosticaram-se as necessidades de aprendizagem dos alunos, professores e diretores da escola e planificação das ações a realizar;
- Execução: estabelece-se a metodologia para a realização dos experimentos demonstrativos no PEA da Química da EFP de Moxico como linha de trabalho metodológico na escola, que constitui eixo central na realização da atividade experimental. Algumas acções realizadas são: a elaboração e estruturação dos experimentos; a comprovação no laboratório de química dos experimentos propostos; a realização na sala de aulas e/ou em laboratório de experimentos; desenho de um sistema de trabalho metodológico na escola, tendo em conta as dificuldades que se apresenta na execução da atividade experimental em química; planificação de reunião metodológica; estruturação de uma aula metodológica; organização da aula demonstrativa; e o estabelecimento do conjunto de aulas abertas.
- Avaliação: avaliam-se todas as atividades dos alunos e professores antes, durante e depois da realização do experimento demonstrativo com a finalidade de constatar o grau de efetividade e fazer os ajustes possíveis no contexto local.

Dimensões e indicadores para valorar as potencialidades cognitiva, educativa e motivacional

As dimensões e os indicadores que se relacionam com o experimento químico escolar proposto por este autor são: a cognitiva, a educativa e a motivacional.

A função principal do experimento químico, enquanto um método de conhecimento, serve como apoio sensorial destinado a revelar a essência dos fenômenos estudados. Portanto, o experimento químico escolar constitui a base da educação, oferecendo conhecimentos teóricos e práticos da ciência e da disciplina de química, em particular empregando utensílios e reagentes convencionais ou caseiros (baixo custo).

O experimento químico escolar, quando não é devidamente planificado, executado e avaliado, pode não cumprir com as suas funções didáticas e, segundo Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010, p. 102), convertem-se em "receitas que os alunos devem seguir uma sequência linear, passo a passo, na qual o professor ou o texto determinam o que e como fazer", o que não contribui favoravelmente no desenvolvimento de habilidades inteletuais e investigativas dos alunos.

Valoração do diagnóstico e avaliação dos resultados da aplicação da estratégia metodológica sobre o experimento demonstrativo em química

No primeiro trimestre do ano acadêmico de 2011, realizou-se o diagnóstico aplicado aos alunos, professores, coordenadores de turnos e de disciplina e diretores da EFP do Moxico.

Sobre a análise dos documentos curriculares, constatou-se que, no plano de estudo do curso de Biologia e Química da EFP, a formação de professores se concebe com sólidos conhecimentos científico-técnicos, pedagógicos, profissionais e uma profunda consciência patriótica de modo que assumam com responsabilidade a tarefa de educar e instruir as novas gerações numa sociedade em constante mudança (INIDE, 2005).

O diagnóstico foi aplicado no ano acadêmico de 2011 por meio de um questionário de entrada para medir o nível de satisfação dos alunos pela disciplina de química. Dois

questionários distintos foram aplicados aos alunos e aos professores de química para conhecer os critérios que estes possuem sobre o experimento químico escolar e como a EFP integra essa atividade docente nas aulas. Isso permitiu identificar não apenas debilidades, mas também pontos fortes do PEA da química nessa escola do Moxico:

- 92% dos alunos inquiridos apontou que as atividades experimentais favorecem na compreensão dos fatos e fenômenos químicos e, portanto, têm um nível de significado para eles.
- Os 153 alunos inquiridos, correspondente a 93,9% da amostra, expressaram que os professores nunca usam o experimento demonstrativo nas aulas de química.
- A totalidade dos professores (100%) reconhece a importância da atividade dos alunos no processo de construção de seu próprio conhecimento.
- Cerca de 50% dos professores referiu-se que usa o experimento químico no PEA da química.
- O conteúdo dos programas de química da EFP, de acordo com os diretores durante a entrevista, permite preparar bem os alunos para trabalhar no Iº ciclo do ensino secundário (7ª, 8ª e 9ª classes).

Ao correlacionar as informações oferecidas pelos professores, alunos, diretores, pôde-se apreciar uma incongruência entre a informação obtida dos professores, já que cerca de 94% dos alunos, ao responder ao questionário, destacaram que os professores não utilizam os experimentos químicos escolares durante as aulas.

No entanto, considerando-se os pontos fortes e fracos, é oportuna a integração de uma estratégia metodológica para a realização de experimentos químicos escolares com atividades específicas do professor e do aluno.

Em uma escala de 1 a 5 categorias, sobre indicadores das dimensões cognitiva, educativa e motivacional, os instrumentos utilizados permitiram constatar: 1 – Altamente em desacordo; 2 – Em desacordo; 3 – Nem em acordo nem em desacordo; 4 – Em desacordo; e 5 – altamente em desacordo. Em que, 1 a 2 - Em Desacordo: significa baixa opinião dos alunos em relação aos indicadores das três dimensões em causa sobre a realização dos experimentos químicos escolares nas aulas de química; 3 – Não definido: significa média opinião dos alunos, ou seja, não satisfaz. 4 a 5 – Em acordo: significa alta opinião dos alunos sobre a realização dos experimentos químicos escolares nas aulas de química.

Por essa razão, considera-se importante o emprego de métodos, a partir dos quais se incrementem a autonomia e

Tabela 1: Comportamento dos indicadores das dimensões antes da aplicação dos experimentos químicos nas aulas

Indicador	Dimensão cognitiva			Dimensão educativa			Dimensão motivacional		
	Baixo (1-2)	Médio (3)	Alto (4-5)	Baixo (1-2)	Médio (3)	Alto (4-5)	Baixo (1-2)	Médio (3)	Alto (4-5)
I.1	153	6		161	2		153		
I.2	142	3	18	163			163		
I.3	156	3	3	162	1		162	1	
I.4	151		12	163			163		
I.5	143	8	12	163			163		
I.6	139	24		163			162	1	
Total	884	44	45	975	3		966	2	
%	90,9	4,5	4,6	99,7	0,3		98,8	0,2	

Fonte: Gabriel, 2012, p. 79.

Tabela 2: Comportamento dos indicadores das dimensões depois da aplicação dos experimentos químicos nas aulas.

Indicador	Dimensão cognitiva			Dimensão educativa			Dimensão motivacional		
	Baixo (1-2)	Médio (3)	Alto (4-5)	Baixo (1-2)	Médio (3)	Alto (4-5)	Baixo (1-2)	Médio (3)	Alto (4-5)
I.1		14	149		16	147	1	13	149
I.2	2	10	151		13	150		17	146
I.3		17	146	1	10	152		9	154
I.4		9	154	3	15	145		11	152
I.5	2	8	153		12	151	3	14	146
I.6		11	152		15	148	2	13	148
Total	4	69	905	4	81	893	6	77	895
%	0,4	7,1	92,5	0,4	8,3	91,3	0,6	7,9	91,5

Fonte: Gabriel, 2012, p. 79.

Diagnóstico aos alunos

Medição massas

Preparação do experimento químico escolar

Realização do experimento

Realização do experimento

iniciativa do aluno, estimule-se a responsabilidade e respeito, e se propicie o desenvolvimento do pensamento criativo e a independência cognoscitiva. Assim, deve-se introduzir no PEA da química métodos que respondam às novas tendências por formas a elevar os resultados de aprendizagem e vinculação do que se aprende na vida prática.

De maneira geral, os dados que constam nas Tabelas 1 e 2 permitiram correlacionar as informações dos alunos com as informações dadas pelos professores e diretores da EFP do Moxico. Sobre a dimensão educativa, 87,7% dos alunos está altamente em desacordo em relação ao cumprimento da organização do experimento demonstrativo.

Ao indagar sobre os indicadores da dimensão motivacional, evidenciou-se o interesse em conhecer o que faz o professor durante a atividade experimental.

Relativamente à dimensão cognitiva, foram notórios os aspectos relacionados com a compreensão de fenômenos e ocorrências de fatos: exploração do sistema de conhecimentos; compreensão de conceitos. Teve-se em conta como os alunos estabelecem a relação entre os conhecimentos prévios e os novos, a apropriação de métodos e os procedimentos para a observação e experimentação, assim como a vinculação entre a teoria e a prática.

A estruturação da estratégia metodológica tem em conta dois momentos importantes: a preparação do professor para a realização do experimento demonstrativo e a atividade do aluno ao observar o experimento, responder e indagar as tarefas, em estreita vinculação com os componentes didáticos não pessoais. Está concebida em três etapas: diagnóstico, execução e avaliação.

A estruturação da estratégia metodológica tem em conta dois momentos importantes: a preparação do professor para a realização do experimento demonstrativo e a atividade do aluno ao observar o experimento, responder e indagar as tarefas, em estreita vinculação com os componentes didáticos não pessoais. Está concebida em três etapas: diagnóstico, execução e avaliação.

Estruturação do experimento químico escolar é tomada de autores como Colado Pernas, Bellot Naranjo et al., e foi adaptado pelo autor desta pesquisa. Ela comporta um sistema de conhecimentos do que será objeto de estudo da atividade experimental, os objetivos do tema e do experimento químico a realizar, as habilidades a desenvolver, os utensílios de laboratório e os reagentes que serão utilizados, os cuidados a observar como medidas de proteção para a realização do experimento, o procedimento experimental com seus respectivos esquemas que ilustram a montagem do aparato para a realização do experimento e, finalmente, a análise, a discussão dos resultados e o estabelecimento, de forma conjunta com os alunos, das conclusões do experimento.

Como forma de mostrar a validez prática da estratégia metodológica e para o enriquecimento e a modificação gradual da estruturação das primeiras atividades experimentais em química, introduziram-se estas com carácter exploratório na EFP do Moxico, durante o 2º e 3º trimestres do ano acadêmico de 2011. Para tal, os professores de química receberam uma preparação teórica e metodológica básica bem como uma acessória sistemática e controlo de sua aplicação.

Para a medição das variáveis, foram elaborados e aplicados diferentes instrumentos: inquéritos aos alunos e professores, entrevistas aos diretores, observação de aulas, provas de entrada e de saída e, no final de todas as atividades, a técnica de V. A. Iadov para estudar o nível de satisfação. Para o processamento da informação, utilizou-se o programa SPSS, versão 12.0 em inglês, que permitiu a tabulação dos dados recolhidos no processo da validação. Sobre a dimensão cognitiva, salienta-se que os alunos foram capazes de compreender e interpretar melhor os fenômenos e as ocorrências dos fatos durante realização do experimento demonstrativo. Por exemplo, nos experimentos químicos realizados, os alunos perguntavam sobre aparecimento ou mudança da cor, libertação de gás, escreveram as equações das reações, relacionaram os conceitos prévios com o novo conteúdo. Apropriaram-se dos métodos e procedimentos, já que observavam todos os procedimentos que o professor desenvolvia durante a realização do experimento demonstrativo. Também puderam vincular a teoria sobre temas e conteúdos estudados nas aulas anteriores durante a realização de experimento.

Ao realizar uma comparação entre os resultados acadêmicos do 1º trimestre e os dos 2º e 3º trimestres do ano acadêmico 2011, pôde-se constatar a efectividade da estratégia metodológica sobre a base da comparação entre os resultados docentes dos alunos, donde se verificou uma melhoria nos resultados dos 2º e 3º trimestres devido ao uso da estratégia metodológica para a realização do experimento demonstrativo no PEA da disciplina de química nessa escola.

Dimensão educativa

Durante a realização dos experimentos demonstrativos nas aulas, os alunos foram capazes de adquirir algumas qualidades organizativas como, por exemplo, a organização do local de trabalho, as mesas de trabalho, dos utensílios e equipamentos utilizados, lavar os utensílios de laboratório utilizados. Do mesmo modo, eles constataram a forma de organização do experimento demonstrativo, faziam leitura adequada dos rótulos nos frascos de reagentes e prestavam atenção ao diálogo entre alunos e professor, respeitando o ponto de vista do seu companheiro. Durante a realização do experimento demonstrativo em química, os alunos cooperavam e intercambiavam conhecimentos entre si com amizade, respeito, cortesia, responsabilidade e solidariedade em tudo que faziam.

Dimensão motivacional

Os alunos demonstraram interesse em conhecer o que fazia o professor durante a realização do experimento e perguntavam muito sobre o que observavam. Alguns deles partilharam experiências do quotidiano e relacionavam com a atividade experimental realizada. Por exemplo, colocar etiquetas/rótulos nos frascos de açúcar e sal na cozinha de sua casa, porque às vezes se coloca sal no chá, sobretudo, quando os frascos que os contêm são iguais. Constatou-se que os alunos mostravam interesse e entusiasmo pela atividade experimentos e gostariam de continuar trabalhando com a realização de experimentos demonstrativos nas aulas de química, dedicando tempo suficiente para compreender o experimento químico. Eles começaram a fazer algumas pesquisas sobre o conteúdo que se ministravam nas aulas e outros temas relacionados com os experimentos químicos realizados.

Ao realizar uma comparação entre os resultados acadêmicos do 1º trimestre e os dos 2º e 3º trimestres do ano acadêmico 2011, pôde-se constatar a efectividade da estratégia metodológica sobre a base da comparação entre os resultados docentes dos alunos, donde se verificou uma melhoria nos resultados dos 2º e 3º trimestres devido ao uso da estratégia metodológica para a realização do experimento demonstrativo no PEA da disciplina de química nessa escola.

Outra técnica aplicada, desenvolvida no laboratório russo de investigações sociológicas dirigido por V. A. Iadov (Mondéjar, 2005) constitui uma via indirecta para o estudo da satisfação individual e grupal dos alunos pela profissão. Essa técnica tem sido usada nas investigações pedagógicas em Cuba para inferir a motivação dos alunos pelas disciplinas e seus conteúdos. O critério fundamenta-se nas relações que se estabelecem entre três perguntas que se intercalam em um questionário aplicado à entrada e à saída e cujas respostas se processam de acordo com o quadro lógico contendo instrumento.

Para obter o índice de satisfação grupal (ISG), trabalha-se com os diferentes níveis de satisfação que se expressam na escala numérica que oscila entre +1 y - 1 da seguinte forma:

Tabela 3: Escala numérica para obtenção do índice de satisfação grupal.

+1	Máximo de satisfação
0.5	Mais satisfatório que insatisfatório
0	Não definido e contraditório
-0.5	Mais insatisfatório que satisfatório
-1	Máxima insatisfação

Fonte: Mondejar, 2005, p. 112.

A satisfação grupal se calcula pela seguinte fórmula:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0.5) + C(0) + D(-0.5) + E(-1)}{N}$$

Nessa fórmula, A, B, C, D e E representam o número de sujeitos com índice individual 1; 2; 3 ou 6; 4; 5 e na qual N representa o número total de sujeitos do grupo.

O nível de satisfação do aluno aumentou notavelmente ao finalizar as atividades docentes oferecidas com recurso aos experimentos demonstrativos, reduzindo a zero as opiniões de máxima insatisfação e contraditórias. As não definidas e ainda insatisfeitas têm baixas percentagens, aspecto a ser levado em consideração na experimentação posterior. Quanto ao nível de satisfação grupal, é importante que os alunos de diferentes grupos que participaram no experimento obtiveram na prova de entrada índices negativos que, na sua totalidade, atingiram -0,3 (não satisfatório), embora que na prova de saída foram todos positivos com uma taxa média de 0,59, localizado dentro da zona de máxima satisfação. Em resumo, pode-se afirmar que os resultados obtidos na aplicação da estratégia metodológica expressam um melhoramento no PEA e na motivação dos alunos em relação à disciplina de química na EFP do Moxico.

Os dados apresentados nas Tabelas 1 e 2 demonstram a mudança do comportamento dos indicadores das dimensões cognitiva, educativa e motivacional antes e após a aplicação dos experimentos demonstrativos. Como se pode observar, nota-se um crescimento satisfatório na aprendizagem dos alunos. Além disso, nas evidências denotadas das aulas durante esses trimestres, os alunos puderam intercambiar conhecimentos entre si e com os seus professores, e a maioria afirmou que gostaria de continuar a trabalhar com a metodologia sobre a realização do experimento químico escolar proposto.

Considerações finais

A constatação, na prática educativa da EFP do Moxico em Angola, possibilitou determinar a necessidade de mudança no trabalho da disciplina de química. A partir da aplicação de diferentes métodos de investigação, a amostra selecionada de alunos, professores e diretores se identificou como uma necessidade de se trabalhar com o experimento demonstrativo como atividade docente que exige uma formação técnica e metodológica dos professores.

A realização de experimentos demonstrativos no PEA da disciplina de química nos alunos da EFP do Moxico responde na atualidade às necessidades do PEA da química. Sua estruturação estabelece a inter-relação dinâmica entre os fundamentos e as dimensões, materializadas em suas etapas, por meio das quais se concebe e se executa o sistema de trabalho metodológico para potenciar a realização do experimento químico escolar.

A validação da estratégia metodológica elaborada mostrou que sua aplicação permite cumprir com os objetivos do programa de química e contribui para que os professores ensinem seus alunos a aprender, e os alunos melhoraram seus resultados de aprendizagem, já que aprendem a pensar, indagar, sugerir, criticar e aplicar o que aprenderam na vida quotidiana.

O experimento químico escolar deve ser devidamente planificado, executado e avaliado de maneira a contribuir no desenvolvimento de habilidades inteletuais e investigativas dos alunos, não podendo ser convertido em receitas, repetições ou algoritmos que os alunos e os professores devem seguir passo a passo.

Ernesto Dumba Gabriel (ndumba.gabriel@hotmail.com), mestre em Ciências da Educação Superior, licenciado em Ciências da Educação na opção de Química, é assistente e professor de Química Inorgânica. Escola Superior Politécnica do Moxico: Universidade José Eduardo dos Santos. Angola. **Juan Jesús Mondéjar Rodríguez** (juan.mondejar@umcc.cu), doutor em Ciências Pedagógicas, é professor titular. Centro de Estudio y Desarrollo Educacional: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. Cuba. **Magali Torres Fuemtes** (magali.torres@umcc.cu), doutora em Ciências Técnicas, é professora titular e professora consultante. Centro de Estudio y Desarrollo Educacional: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba.

Referências

ANGOLA. Ministério da Educação. *Plano Mestre de Formação de Professores.* Luanda, 2010.

BELLOT N.D.; CANTERO ZAYAS, A.; LOSADA GÓMEZ, J.A.; MENÉNDEZ P.A.L. El experimento demostrativo en las clases de ciencias naturales de secundaria básica: una variante metodológica para su desarrollo y perfeccionamiento. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*: Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2007.

COLADO PERNAS, J.E. *Estructura didáctica para las atividades experimentales de las ciencias naturales en el nivel medio.* 2003. 142 f. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona: Facultad de Ciencias. La Habana, 2003.

DELORS, J. et al. *Educação um tesouro a descobrir*. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1998.

FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R.; OLIVEIRA, R.C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101-106, maio 2010.

GOTTARDO, M.; DIMINNIGHINI, C. Las prácticas de laboratorio de química como motivadoras del aprendizaje: un estudio estadístico sobre el rendimiento de los alumnos. In: TALLER INTERNACIONAL ENFQUI, 8., 2010. *Atas*... Matanzas, 2010.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

INIDE. Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento da Educação. *Programa de Química Formação de Professores do 1º Ciclo do Ensino Secundário, 10ª Classe-IMN da Reforma Educativa.* Luanda, 2005.

RAMOS, S.G. Los fundamentos filosóficos de la educación como reconsideración crítica de la filosofía de la educación. *Revista Iberoamericana de Educación.* Número 36/8, set. 2005. Disponible en: http://www.rieoei.org/deloslectores/1023Ramos.PDF. Acesso em: 17 mar. 2010.

RIONDA SÁNCHEZ, H.D. *La técnica semimicro en las atividades experimentales de la Química.* 2. ed. La Habana, 2009.

RODRÍGUEZ RIVERO, Y.Z. *Modelo teórico metodológico para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química general.* 2007. 108 f. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad Central Marta Abreu De Las Villas, Cuba, 2007.

ROJAS ARCE, C.; GARCÍA LEYVA, L.; ÁLVAREZ DÍAZ, A. *Metodología de la enseñanza de la química II.* La Habana: Pueblo y Educación, 1990.

SALVADEGO, W.N.C.; LABURÚ, C.E. Uma análise das relações do saber profissional do professor do ensino médio com a atividade experimental no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 3, p. 216-223, 2009.

TOMALELA, M. *Algumas propostas sobre a realização das exigências pedagógicas nas experiências demonstrativas nos Capítulos Oxigénio, Hidrogénio, Nitrogénio, Fósforo e Hidrocarbonetos.* 1986. 112 f. (Monografia de Licenciatura). Instituto Superior de Ciências da Educação do Lubango. Universidade Agostinho Neto. Lubango, 1986.

Para saber mais

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

USÓN, R. *Química*. Una Ciencia experimental. Manual de laboratorio. La Habana: Instituto del Libro, 1968.

Abstract: *Teaching-learning process of chemistry in high schools of Moxico sustainable in school chemical experiment.* The teaching of Natural Sciences in Angola requires the application of teaching methods that provide students assimilate the scientific and technical knowledge for the good of society. Thus, Chemistry is a discipline that requires a continuous and ongoing professionalization of teachers. The research was applied through the theoretical and empirical methods, based on the theoretical and methodological foundations of experimental activity. The process of teaching and learning of Chemistry in High School Moxico sustained in school chemistry experiment, constitute an area of potential development of cognitive, educational and motivation of students. The validation of the results of this research showed that its application allows teachers to teach their students to learn and they improve their learning outcomes.
Keywords: teaching-learning process, teaching chemistry and school chemistry experiment.

http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160036

O Ensino de Química Usando Tema Baía de Guanabara: Uma Estratégia para Aprendizagem Significativa

Nathália Souza Abreu e Jefferson Leite Maia

O presente trabalho teve por objetivo apresentar e analisar métodos de abordagem de conteúdos de química a partir do tema gerador Baía de Guanabara, visando à aprendizagem significativa dos alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública localizada em Itaboraí (RJ). A metodologia incluiu análise diagnóstica por meio de questionário, leitura e debates de textos sobre o tema gerador, realização de jogos, confecção de maquetes e aplicação de questionário avaliativo. A avaliação final do trabalho teve como base a evolução dos alunos ao longo do processo. Os resultados mostraram a evolução das respostas dos estudantes, passando de concepções prévias restritas e fragmentadas a respostas mais elaboradas acerca da Baía de Guanabara. Pode-se concluir que o ensino da Química por intermédio do tema gerador Baía de Guanabara contribuiu para uma aprendizagem mais significativa, possibilitando a relação entre os conhecimentos e as experiências cotidianas dos estudantes e o conhecimento científico.

▶ tema gerador, aprendizagem significativa, Baía de Guanabara ◀

Recebido em 06/04/2015, aceito em 23/09/2015

A crise que o sistema educacional vem enfrentando ao longo dos anos resulta da soma de um antigo modelo tradicionalista de educação, da falta de motivação dos alunos e dos professores, além de currículos mal formulados, dotados de conteúdos dissociados da realidade do estudante e avaliações que na realidade não tinham por objetivo avaliar o aprendizado e sim a capacidade de memorização dos alunos (Brasil, 1998; Milaré, 2008). No Brasil, apesar de relativamente recente (obrigatório desde 1971), o ensino de Ciências passou por transformações, principalmente após a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). A partir dos pressupostos dos PCN e das Diretrizes Curriculares Nacionais, a proposta curricular no ensino de Ciências vem sendo objeto de estudos. Apesar de inúmeras propostas de novas alternativas para o ensino-aprendizagem, a Química, um dos componentes do ensino de ciências, geralmente abordado no final do ensino fundamental, ainda parece distante desse novo modelo de educação. Atualmente, o ensino de Química ainda é considerado majoritariamente tradicionalista, priorizando definições de conceitos e memorizações de fórmulas que são abordadas de maneira fragmentada e descontextualizada, resultando em elevado nível de rejeição dessa disciplina pelos alunos (Fernandes, 2007), verificada pela própria fala destes a respeito da Química como uma "disciplina muito complicada", "com muitos nomes difíceis", "com muitas fórmulas", "que não serve para nada". A química está efetivamente presente no cotidiano dos indivíduos, porém essa relação entre a química do cotidiano e a disciplina Química é limitada. Segundo Santos e Schnetzler (1996), o ensino de química desenvolve a capacidade de tomada de decisão e, para isso, deve vincular o conteúdo trabalhado em sala ao contexto social em que o aluno está inserido. O ensino de Química pode ser mais motivador a partir do momento que não negue os conhecimentos prévios dos alunos nem deixe de relacionar a química ao cotidiano destes. Uma proposta diferenciada de trabalho, abordando a química de maneira contextualizada, pode ser a melhor alternativa para motivar os alunos ao aprendizado. O ensino de Química baseado nessa premissa difere do ensino tradicional, pois valoriza a participação ativa e os conhecimentos prévios dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, tornando-os construtores do conhecimento e sujeitos críticos atuantes na sociedade (Milaré, 2008).

O presente trabalho objetivou apresentar e analisar métodos de abordagem dos elementos químicos a partir do

A seção "O Aluno em Foco" traz resultados de pesquisas sobre ideias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas ideias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.

tema gerador Baía de Guanabara, visando à aprendizagem significativa dos alunos do 9º ano do ensino fundamental.

Referencial teórico

Para a realização deste trabalho, procurou-se apoio nas concepções de Freire e sua abordagem educacional por temas geradores, além da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, pois ambos consideram a relação entre o contexto em que os alunos se inserem e o conteúdo abordado em sala.

Os temas geradores são propostas de ensino pautadas na teoria dialógico-dialética do ensino que, na perspectiva de Paulo Freire, significa que deve haver diálogo para que haja educação (Corazza, 2003), uma troca de significados entre alunos e professores, contrapondo-se ao que Freire chama de educação bancária, a mera transmissão de conhecimentos unidirecional (professor-aluno), na qual o professor deposita conteúdos a serem aprendidos em alunos dóceis e receptivos (Freire, 1987).

Segundo Freire (2007), um tema gerador é um assunto que centraliza o processo de ensino-aprendizagem, no qual ocorrem debates, reflexões, críticas e conclusões. Essa centralização pode ser definida pelos alunos por meio de uma pesquisa temática ou pelas especificidades de uma disciplina articulada à vivência dos educandos (Corazza, 2003).

Um dos principais problemas do modelo tradicionalista de ensino é a visão de mundo fragmentada, que não permite a compreensão de sua existência dentro de uma totalidade. Segundo Freire (1987), para se conhecer a totalidade, é preciso partir do inverso, ou seja, ter a visão total do contexto para, em seguida, separarem os elementos desse contexto, possibilitando maior clareza na compreensão da totalidade analisada.

Nessa perspectiva, os temas geradores surgem como um ponto de partida para a busca dos conteúdos a serem trabalhados na escola, possibilitando o seu desdobramento em diversos temas, promovendo novas ações, reflexões, críticas e discussões. Para isso, o tema gerador deve estar inserido no contexto do dia a dia do aluno, seja no ambiente em que vive ou em atitudes de seu cotidiano, carregado de uma bagagem cultural (Freire, 1987; 2007). Trabalhar em temas geradores possibilita articular o trabalho pedagógico e a realidade sociocultural dos educandos, o desenvolvimento dos discentes e seus interesses, bem como conhecimentos historicamente acumulados (Kramer, 1989). Assim, os temas geradores imprimem um ambiente de cooperação e de construção coletiva do conhecimento, a par que são respeitados interesses individuais e o ritmo individual dos educandos (Kramer, 1989).

Segundo Belo e Paranhos (2011), a proposta de ensino-aprendizagem por temas geradores é aplicável a qualquer disciplina, pois aborda uma gama de conhecimentos e suas interações.

Já a teoria da aprendizagem significativa consiste em ampliar e reconfigurar ideias existentes na estrutura cognitiva do indivíduo e, com isso, ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (Ausubel et al., 1978). Dessa forma, são valorizados os conhecimentos prévios do aluno para que sejam construídas estruturas mentais que permitam correlacionar, descobrir e redescobrir conhecimentos.

No processo de assimilação, a nova informação interage a uma estrutura de conhecimento específico, o qual Ausubel chama de subsunçor (Pelizzari et al., 2002). Define-se subsunçor como conceito facilitador para um novo assunto, um conhecimento prévio que facilitará a inserção de uma nova informação (Moreira; Masini, 2006). Para Ausubel et al. (1978), os subsunçores podem ser definidos como esteios ou pilares, pois servem de suporte para a ancoragem de um novo conhecimento que se deseja reter.

A teoria de Ausubel considera a história do sujeito e ressalta o papel dos docentes no processo de aprendizagem. De acordo com ele, para que a aprendizagem seja significativa, são necessárias duas condições: o conteúdo escolar deve ser potencialmente significativo e o estudante deve estar disposto a aprender (Ausubel, 1968). Essas condições são, muitas vezes, ignoradas na escola, levando ao grande desinteresse pelos estudantes (Brasil, 1998). Segundo Ausubel (1968), ensinar sem considerar o que a criança sabe é um esforço em vão, pois o novo conhecimento não tem onde se ancorar.

> *Quando há aprendizagem significativa, a memorização de conteúdos debatidos e compreendidos pelo estudante é completamente diferente daquela que se reduz à mera repetição automática de textos cobrada em situação de prova.* (Brasil, 1998, p. 26)

Por outro lado, quando o novo conteúdo não consegue ser relacionado com o conhecimento prévio do indivíduo, ocorre o que Ausubel (1968) chama de aprendizagem mecânica. Dessa forma, as novas informações são aprendidas sem interagir com os conceitos presentes na estrutura cognitiva. Assim, o indivíduo decora fórmulas, leis e esquece após a avaliação (Pelizzari et al., 2002).

A aprendizagem significativa e os temas geradores se fazem presentes nos documentos oficiais nacionais que abordam a questão da educação no Brasil. Podemos observar claramente as ideias de Ausubel e Freire em diversos aspectos das leis que regem a educação nacional e dos parâmetros curriculares que sugerem novas formas de abordagem de conteúdos, que estão centralizados nos estudantes, mas enfatizando o papel do professor como mediador do processo de aprendizagem.

Como a química está fortemente presente no cotidiano dos indivíduos, há uma infinidade de assuntos relacionados que podem ser abordados nessa disciplina, sendo o uso de temas geradores em sala de aula uma alternativa para o ensino dessa disciplina (Silva, 2007). Além disso, os estudantes são ricos em saberes químicos e todos os saberes devem ser valorizados em sala de aula, fazendo-se uma conexão dos conteúdos curriculares com os saberes adquiridos na vivência extraescolar, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem para toda a vida (Silva, 2007). Dessa maneira, a química pode ser abordada também à luz da teoria de Ausubel, em

que a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos é condição para que haja aprendizagem significativa.

Metodologia

O presente trabalho constituiu-se de uma pesquisa do tipo qualitativa, com duração de cinco aulas (10 tempos de 50 minutos), realizada com 28 alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública no município de Itaboraí, RJ. Para a sua execução, o projeto foi dividido em etapas:

a) Aplicação de questionário diagnóstico

Foi elaborado um questionário diagnóstico contendo quatro questões acerca do tema Baía de Guanabara, com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos alunos do tema proposto. Os dados apresentados foram analisados e plotados em tabelas para melhor descrição dos resultados.

b) Apresentação e debate sobre o tema Baía de Guanabara

Durante essa aula, foram apresentados slides que permitiam a articulação da apresentação tema principal Baía de Guanabara com outros como contaminação por esgoto, poluição por petróleo, Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), lixo e metais pesados. Em outra aula, os alunos fizeram a leitura do texto *Baía de Guanabara: despoluir é responsabilidade de todos* (Alves, 2004) que aborda as principais questões envolvendo esse local como o histórico, as fontes poluidoras e o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG). Na terceira aula, os alunos foram divididos em duplas e receberam a atividade intitulada *Baía de Guanabara: cartão postal da beleza e do caos* (http://oglobo.globo.com/infograficos/baia-de-guanabara/), que abordava por meio de texto e imagens os problemas do ecossistema desse espaço. Na primeira etapa dessa atividade, os alunos deveriam encontrar na imagem os itens listados. Em uma segunda etapa, eles deveriam identificar na figura situações em que a química estivesse presente como, por exemplo, os constituintes naturais do ecossistema, os poluentes, os materiais utilizados na fabricação de barcos e estaleiros etc.

Nas aulas que envolveram debates, as respostas dadas pelos alunos foram gravadas em áudio e transcritas para melhor descrição dos resultados.

O professor atuou como mediador do processo, questionando e propondo desafios em relação aos aspectos abordados em cada aula.

c) Jogo *Elementos químicos e a Baía de Guanabara*: confecção da tabela periódica

A atividade teve como objetivo identificar os elementos químicos presentes na Baía de Guanabara, bem como trabalhar conceitos de classificação periódica dos elementos e propriedades dos elementos químicos identificados.

Nessa etapa, foi elaborado um jogo em que, a cada rodada da atividade, os grupos previamente formados deveriam dizer o nome de um elemento químico presente na Baía de Guanabara e citar um exemplo de local onde esse elemento poderia ser encontrado. Exemplo: *carbono, encontrado nos organismos vivos.* A cada acerto, o grupo pontuava. Em caso de erro, a oportunidade de resposta passaria ao grupo seguinte.

À medida que um grupo pontuava, este recebia um recipiente de acrílico no qual deveria escrever o símbolo e o número atômico do elemento citado e, além disso, deveria colocar nesse recipiente algo que representasse o elemento escolhido. Posteriormente, um representante do grupo deveria colocar o recipiente acrílico na tabela periódica previamente disposta sobre uma mesa.

d) Confecção de maquetes

Os alunos foram divididos em grupos responsáveis por idealizar, projetar e confeccionar maquetes com o tema *A química da Baía de Guanabara*. Apenas a etapa de confecção não foi realizada em sala de aula.

A confecção de maquetes teve como objetivo verificar assimilação do conteúdo trabalhado por meio da representação tridimensional (materialização) dos assuntos abordados em sala.

e) Aplicação de questionário avaliativo

Nessa etapa, foi aplicado o questionário avaliativo, com as mesmas questões do questionário diagnóstico, com a finalidade de avaliar possíveis alterações entre os conhecimentos prévios e o que foi abordado ao longo do projeto.

Resultados e discussão

a) Diagnose

Analisando a primeira questão da diagnose (O que é a Baía de Guanabara?), observou-se que a maioria dos alunos (60,71%) afirmou que era um mar, enquanto 10,71% disseram que era um rio, 10,71% disseram não saber ou não se lembrar do conceito; 3,57% afirmaram ser uma lagoa (Figura 1). O fato de a baía apresentar sais em sua água pode ter levado à suposição de que esta fosse um mar, resposta dada pela maioria dos alunos (Tabela 1).

Figura 1: Representação do elemento cálcio durante a confecção da tabela periódica.

Tabela 1: Pergunta "O que é a Baía de Guanabara?" – questionário diagnóstico.

Respostas	Frequência relativa (%)
Mar	60,71
Rio	10,71
Lagoa	3,57
Outros	14,29
Não sei/ Não lembro	10,71

Na questão número 2 (Onde a Baía de Guanabara está localizada?), a maioria dos alunos (46,43%) afirmou que fica entre Rio de Janeiro e Niterói. Chamamos atenção para 7,14% dos alunos que responderam que se localiza na BR-101, ficando evidente a visão restrita destes à porção da baía margeada pela rodovia (Tabela 2). Nenhum dos estudantes mencionou o município de Itaboraí, região do estudo, como cidade do entorno da baía. Analisando a terceira questão (Você já esteve na Baía de Guanabara ou próximo a ela? Onde?), observou-se que a maioria dos alunos (29,41%) respondeu Ponte Rio-Niterói. As outras respostas foram Barcas (14,71%), Rio de Janeiro (11,76%), São Gonçalo Shopping e BR-101 (8,82% cada), Niterói (5,88%), Terminal Rodoviário de Niterói e Nova Iguaçu (2,94% cada). Em relação a essa questão, chamou a atenção o percentual de alunos que afirmara nunca ter estado (11,76%) ou não saber se estiveram nas proximidades da baía, correspondendo a 11,76 e 2,94% dos estudantes, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2: Pergunta "Onde a Baía de Guanabara está localizada?" – questionário prévio.

Respostas	Frequência relativa (%)
Entre Rio de Janeiro e Niterói	46,43
Rio de Janeiro	39,29
BR-101	7,14
Entre Rio de Janeiro, Niterói e São Gonçalo	3,57
Na Ponte Rio-Niterói	3,57

Com relação à questão 4 (Quais elementos químicos existem na Baía de Guanabara?), foram citados oxigênio (24,32%), hidrogênio e água (10,81% cada), nitrogênio e alumínio (8,11% cada), petróleo (6,76%), cloro (5,41%), gás carbônico, ferro e enxofre (4,05% cada), magnésio (2,70%), água salgada, cobre, chumbo, lixo e chorume (1,35% cada). Observou-se que os alunos confundem os conceitos de elemento e substância, pois dentre as respostas citadas, estavam água, petróleo e gás carbônico, que são substâncias; além de lixo, chorume e água salgada que são misturas formadas por diversos elementos químicos diferentes (Tabela 4).

De maneira geral, observou-se que, nas concepções prévias dos alunos, todos já tinham conhecimento sobre alguns aspectos da Baía de Guanabara, mas apresentavam visões fragmentadas a respeito da localização e locais do entorno desse ecossistema.

Tabela 3: Pergunta "Você já esteve em algum lugar na Baía de Guanabara ou próximo a ela? Onde?" – questionário prévio.

Respostas	Frequência relativa (%)
Ponte Rio-Niterói	29,41%
Barcas	14,71
Rio de Janeiro	11,76
São Gonçalo Shopping	8,82
BR-101	8,82
Niterói	5,88
Terminal Rodoviário de Niterói	2,94
Nova Iguaçu	2,94
Nunca tive	11,76
Não sei	2,94

Tabela 4: Pergunta "Quais elementos químicos existem na Baía de Guanabara?" – questionário prévio.

Respostas	Frequência relativa (%)
Oxigênio	24,32
Hidrogênio	10,81
Água	10,81
Nitrogênio	8,11
Alumínio	8,11
Petróleo	6,76
Cloro	5,41
Gás carbônico	4,05
Ferro	4,05
Enxofre	4,05
Magnésio	2,7
Água salgada	1,35
Cobre	1,35
Chumbo	1,35
Lixo	1,35
Chorume	1,35
Não sei	4,05

b) Baía de Guanabara e conteúdos articulados

A abordagem mostrou-se dinâmica, uma vez que o assunto química e Baía de Guanabara foi articulado a subtemas (localização geográfica, histórico de ocupação, importância ecológica e econômica do ecossistema, poluição por petróleo, resíduos sólidos, poluição orgânica, metais pesados, crescimento populacional e industrial do entorno da baía). Assim, os alunos puderam fazer associações entre o tema gerador e os subtemas trabalhados. Observou-se a

participação efetiva da turma, questionando e interagindo em diversos momentos da aula.

Ao final da apresentação, propositalmente deixou-se a pergunta: Qual seria a solução para salvar esse ecossistema?, visando à reflexão acerca do tema abordado. Alguns alunos responderam:

A1: *"Parar de poluir."*

A2: *"Não sei o que é pior, porque se a gente parar de jogar esgoto, vai ficar contaminado!"*.

A3: *"É um dilema!"*.

Durante a leitura do texto *Baía de Guanabara: despoluir é responsabilidade de todos*, os alunos tiveram acesso a um texto escrito em linguagem simples e que abordou os conteúdos previamente trabalhados durante a aula anterior (Baía de Guanabara e os subtemas abordados). Durante o debate, foram feitos questionamentos principalmente sobre o programa de despoluição da baía e os motivos pelos quais ainda não se despoluiu esse espaço.

Na atividade *Baía de Guanabara: cartão postal da beleza e do caos*, as duplas de alunos encontraram as figuras previamente destacadas na atividade. Os alunos citaram 43 itens da figura como relacionados à química, sendo água, animais, barcos, esqueletos e metais pesados os mais citados.

c) Jogo e confecção da tabela periódica

Durante o jogo *Os elementos químicos e a Baía de Guanabara*, a turma identificou 22 elementos químicos como presentes na Baía de Guanabara (Figura 1). A Tabela 5 mostra os elementos identificados e os locais onde podem ser encontrados segundo as respostas dos alunos.

Estes fizeram associações entre os elementos químicos e os organismos, componentes abióticos naturais (água, areia) e poluentes (rejeitos de indústria, metais pesados, esgoto).

d) Maquetes

No presente estudo, as maquetes foram utilizadas também como instrumento avaliativo, permitindo a observação do conteúdo abordado em sala de aula, representado por meio desses modelos físicos.

Analisando-se as maquetes confeccionadas, ficou claro o posicionamento crítico por parte dos alunos, evidenciado por meio da representação das fontes poluidoras relacionadas à urbanização, associando o crescimento populacional à poluição existente no ecossistema, além da representação da baía *pedindo* ajuda, mostrando a percepção do aluno em relação ao estado crítico em que o ecossistema se encontra e os problemas associados à sua destruição, tendo em vista a sua importância ecológica (Figuras 2 a 6).

e) Questionário avaliativo

Analisando a primeira pergunta do questionário avaliativo, observou-se que a maior parte dos alunos compreendeu que a Baía de Guanabara é influenciada pelas águas oceânicas e pelo aporte de rios. Embora muitos não tenham utilizado a palavra estuário, compreenderam que se tratava de uma região de mistura de água doce e salgada (Tabela 6).

Tabela 5: Elementos químicos presentes na Baía de Guanabara e sua origem segundo os alunos.

Elemento químico presente na Baía de Guanabara	Origem do elemento químico
Hidrogênio	Água
Carbono	Seres vivos
Nitrogênio	Seres vivos
Oxigênio	Água
Sódio	Sal da água
Magnésio	Sal
Alumínio	Lixo
Silício	Areia
Fósforo	Peixes
Enxofre	Esgoto
Cloro	Água salgada
Potássio	Sal
Cálcio	Conchas
Ferro	Rejeito de indústria
Níquel	Metais pesados
Cobre	Esgoto industrial
Zinco	Metais pesados
Bromo	Esgoto
Cádmio	Metais pesados
Iodo	Sal
Mercúrio	Metais pesados
Chumbo	Metais pesados

Com relação à segunda questão, 54,55% dos alunos disseram que a baía está localizada no Rio de Janeiro. É conveniente salientar que o município de Itaboraí foi citado nas respostas, o que não havia ocorrido no questionário prévio (Tabela 7).

Analisando-se a terceira questão, observou-se que a diversidade de respostas foi maior em relação ao questionário prévio, sendo Ponte Rio-Niterói o local mais citado (14,63%). Nessa etapa, os alunos citaram o próprio município (Itaboraí) como local próximo à Baía de Guanabara, o que não havia ocorrido no questionário prévio (Tabela 8).

Em relação à questão número 4, os elementos citados foram oxigênio (12,5%), carbono e metais pesados (9,38% cada), hidrogênio (8,33%), nitrogênio (7,29%), ferro e sódio (6,25% cada), silício (4,17%), enxofre, mercúrio e fósforo (3,13% cada), alumínio, cloro, chumbo, magnésio e cálcio (2,08% cada), cobre, iodo, bromo, lítio, zinco e potássio (1,04%). Os alunos também citaram hélio, água doce, água salgada, sal, plástico, planta, petróleo e lixo químico como elementos químicos, perfazendo 1,04% para cada resposta. Em 1,04% das respostas, afirmou-se que "todos os elementos químicos" existem na Baía de Guanabara (Tabela 9). A dificuldade na distinção entre elementos e substâncias por

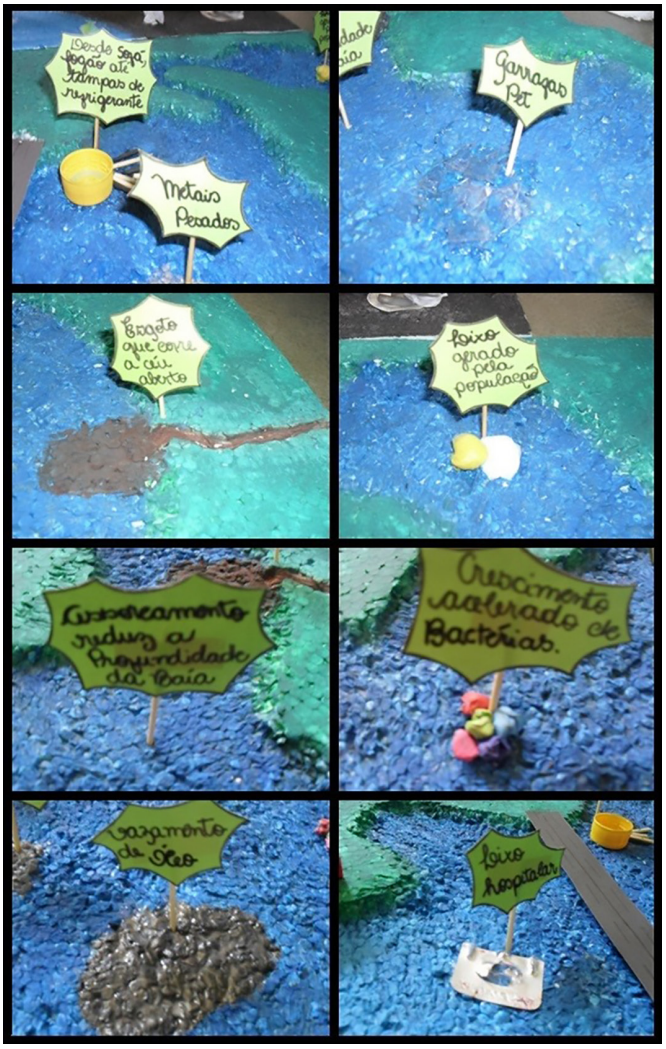


Figura 2: Detalhes da maquete, mostrando os impactos na Baía de Guanabara.

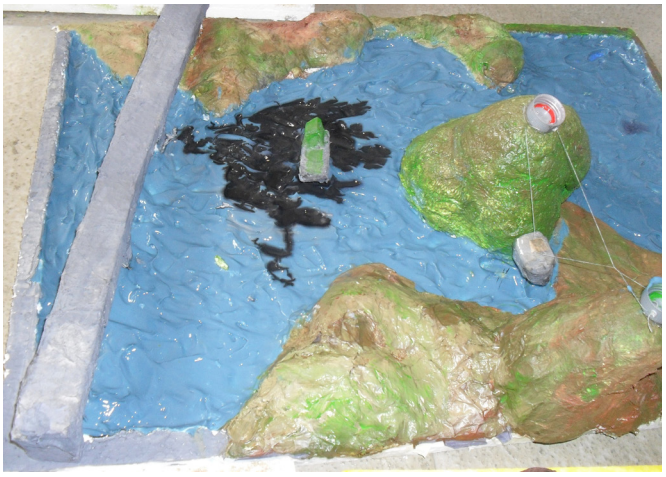


Figura 3: Detalhe da maquete, mostrando a representação do vazamento de petróleo.

Figura 4: Detalhes da maquete, mostrando a Baía de Guanabara antigamente e atualmente.

Figura 5: Maquete representando os limites da baía, paisagem do entorno e a Ponte Rio-Niterói.

Figura 6: Detalhe da maquete, mostrando a Baía de Guanabara "pedindo socorro".

alguns alunos pode estar relacionada à complexidade na compreensão do tema para o 9º ano do ensino fundamental. De acordo com os PCN, ainda há um grau de abstração e complexidade envolvendo alguns conteúdos de Química (Brasil, 1998). Sendo assim, cabe ao professor reconhecer tal complexidade e optar pela melhor forma de abordagem do conteúdo, bem como de avaliação. No presente estudo, optamos pela avaliação qualitativa por meio da evolução das respostas dadas.

Tabela 6: Pergunta “O que é a Baía de Guanabara?” – questionário avaliativo.

Respostas	Frequência relativa (%)
Local de mistura de rios e mar	40,91
Mar	22,73
Estuário	13,64
Encontro de rios	4,55
Outros	18,18

Tabela 7: Pergunta “Onde a Baía de Guanabara está localizada?” – questionário avaliativo.

Respostas	Frequência relativa (%)
Rio de Janeiro	54,55
Entre Rio de Janeiro e Niterói	22,73
Entre Rio de Janeiro e São Gonçalo	4,55
Entre Rio de Janeiro, Niterói, São Gonçalo e Duque de Caxias	4,55
Entre São Gonçalo, Magé, Itaboraí, Niterói, Cachoeira de Macacu e Petrópolis	4,55
Entre Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias e Rio de Janeiro	4,55

Tabela 8: Pergunta “Você já esteve em algum lugar na Baía de Guanabara ou próximo a ela? Qual?” – questionário avaliativo.

Respostas	Frequência relativa (%)
Ponte Rio-Niterói	14,63%
Praias	9,76
BR-101	7,32
São Gonçalo	7,32
Niterói	7,32
Itaboraí	4,88
Charitas	4,88
Magé	2,44
Pescando na baía	2,44
Shopping	2,44
Copacabana	2,44
Cachoeira de Macacu	2,44
Nova Iguaçu	2,44
Petrópolis	2,44
Alameda São Boaventura	2,44
Cidades do entorno	2,44
Terminal Rodoviário de Niterói	2,44
Rio de Janeiro	2,44
Paquetá	2,44
Não sei	2,44
Sem resposta	12,2

Tabela 9: Pergunta “Quais elementos químicos existem na Baía de Guanabara?” – questionário avaliativo

Respostas	Frequência relativa (%)
Oxigênio	12,5
Carbono	9,38
Metais pesados	9,38
Hidrogênio	8,33
Nitrogênio	7,29
Ferro	6,25
Sódio	6,25
Silício	4,17
Enxofre	3,13
Mercúrio	3,13
Fósforo	3,13
Alumínio	2,08
Cloro	2,08
Chumbo	2,08
Magnésio	2,08
Cálcio	2,08
Cobre	1,04
Iodo	1,04
Bromo	1,04
Lítio	1,04
Zinco	1,04
Potássio	1,04
Hélio	1,04
Água doce	1,04
Água salgada	1,04
Sal	1,04
Plástico	1,04
Planta	1,04
Petróleo	1,04
Lixo	1,04
Todos	1,04

Embora tenhamos observado ainda dificuldade na compreensão do termo elementos químicos, houve uma evolução considerável nas respostas dadas nessa fase em relação ao questionário diagnóstico, compreendendo a complexidade do ecossistema Baía de Guanabara.

Considerações finais

O ensino da química por meio do tema gerador Baía de Guanabara contribuiu para uma aprendizagem mais significativa, pois possibilitou a interação entre os conhecimentos e as experiências cotidianas dos estudantes e o conhecimento científico, evidenciado por meio da evolução das respostas dadas.

As respostas dos estudantes evoluíram de concepções prévias com respostas restritas e fragmentadas a respostas mais elaboradas, com maior diversidade de itens e visão mais ampla acerca da Baía de Guanabara. Para Freire (2007), a

visão de mundo é, em sua maioria, fragmentada e, para se conhecer a totalidade de um determinado aspecto, é necessário ter a visão total do contexto.

O desdobramento do tema gerador em diversos subtemas promoveu discussões e reflexões acerca do todo. Ao ter a visão global do tema Baía de Guanabara, os alunos puderam fazer a interação entre os subtemas abordados, permitindo-lhes melhor elaboração de suas respostas. À luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, essa evolução observada nas respostas pode ser explicada pela assimilação do novo conhecimento, que uma vez ancorado aos conceitos pré-existentes (subsunçores), são incorporados a uma estrutura cognitiva mais ampla. Essa interação entre novas informações e os conceitos preexistentes é o que possibilita o aprendizado significativo.

O tema Baía de Guanabara possibilitou o despertar do senso crítico dos alunos, verificado por meio das maquetes confeccionadas e durante os debates realizados em sala de aula. Para Freire (1987; 2007), o desenvolvimento do pensamento crítico ocorre quando há articulação do conteúdo programático ao contexto sociocultural no qual o estudante está inserido e, além disso, o senso crítico contribui para a formação do cidadão, que é um dos objetivos do ensino de química.

Observou-se a participação efetiva dos alunos durante todas as atividades propostas, resultando em um melhor aproveitamento do tempo em sala de aula, além de maior interação entre os alunos e destes com o professor. Segundo Ausubel (1968), aprendizagem significativa leva em consideração o interesse do aluno pelo conteúdo e sua disposição ao aprendizado. Sendo assim, a aprendizagem significativa do tema Baía de Guanabara somente foi possível pela participação nas atividades e no interesse dos alunos pelo tema proposto e pela maneira como foi abordado.

A avaliação qualitativa do processo demonstrou o potencial do uso dos temas geradores, uma vez que a maioria dos alunos atingiu as expectativas estabelecidas pelo professor em relação à aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Ao final deste trabalho, fica a sugestão para os professores abordarem a Química por meio de temas geradores, contextualizando suas aulas, tornando-as mais relevantes e motivadoras, permitindo aos estudantes a construção do conhecimento de maneira significativa.

Nathália de Souza Abreu (nsabiologia@gmail.com), mestre em Biologia Marinha pela UFF, especialista em Ensino de Ciências pela UFF e em Biologia Marinha e Oceanografia pela FAMATh, bacharel em Biologia Marinha e licenciada em Ciências Biológicas pela FAMATh, é professora de Ciências pelas redes municipais de Itaboraí e São Gonçalo. São Gonçalo, RJ – BR. **Jefferson Leite Maia** (jjlmaia@ibest.com.br), doutor e mestre em Ciências, Engenharia Civil na área de Geotecnia Ambiental pela UFRJ, especialista em Ensino de Ciências pela UFF, bacharel em Engenharia Química pela UFF e em Química pela UERJ, é professor do estado do Rio de Janeiro, professor visitante da UFF e professor do município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ – BR.

Referências

ALVES, G.F.V. *Baía de Guanabara*: despoluir é responsabilidade de todos. 2004. http://www.educacaopublica.rj.gov.br/suavoz/0042.html. Acesso em: 15 jan. 2013.

AUSUBEL, D.P. *Educational psychology*: a cognitive view. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Educational psychology*: a cognitive view. 2. ed. Nova York: Rinehart and Winston, 1978.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental*: ciências naturais. Brasília: MEC; SEF, 1998.

BELO, C.L.A.; PARANHOS, R. O uso da água como tema gerador em uma atividade pedagógica de conscientização ambiental. *Experiências em Ensino de Ciências* – v. 6(1), p. 7-20, 2011.

CORAZZA, S. M. *Tema gerador*: concepções e práticas. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

FERNANDES, M.L.M. *O ensino de química e o cotidiano*. Curitiba: Ibpex, 2007.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. *Pedagogia da autonomia*. 35. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

KRAMER, S. *Com a pré-escola nas mãos*: uma alternativa curricular para a educação infantil. São Paulo: Ática, 1989.

MILARÉ, T. *Ciências na 8ª série*: da química disciplinar à química do cidadão. Florianópolis: UFSC, 2008.

MOREIRA, M.A., MASINI, E.F.S. *Aprendizagem significativa*: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINCK, N.T.L.; DOROCINSK, S.I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001- jul. 2002.

SANTOS, W.L.; SCHNETZLER, R.P. Função social. O que significa ensino de química para formar cidadão? *Química Nova na Escola*. v. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, A.P.F. *Por que tornar o ensino da química mais cotidiano?* 2007. Monografia (Especialização em Metodologia do Ensino de Química) - Faculdades Integradas de Jacarepaguá, Vitória, 2007.

Astract: *Teaching chemistry using theme guanabara bay: a strategy for meaningful learning*. The present work aimed presenting and analyzing methods of content Chemistry approach using the generating theme Guanabara Bay to the meaningful learning of students in the 9th grade of a public elementary school located in Itaboraí, RJ. The methodology included diagnostic analysis by questionnaire, reading and discussion of texts about the generating theme, conducting games, making models and application of evaluative questionnaire. The final work evaluation was based on the students evolution throughout the process. Results showed an evolution of student's responses from restricted and fragmented ideas on the Guanabara Bay. It can be concluded that the teaching of chemistry by generating theme Guanabara Bay contributed to a more meaningful learning, it enabled the relationship between knowledge and everyday experiences of students and scientific knowledge.
Keywords: generating theme, meaningful learning, Guanabara Bay.

 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160037

Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma Proposta Experimental

Amanda de Sousa Querubina, Marcella Andreoli Coser e Walter Ruggeri Waldman

O trabalho consiste na demonstração do uso da máquina de café expresso como um método alternativo de extração usando pressões maiores que a do ambiente. Foi usada uma máquina doméstica de café expresso para extração de óleos essenciais de cravo e canela com um sistema de coleta refrigerada do extrato aquoso a quente produzido. A presença de óleos essenciais no extrato aquoso a quente foi comprovada por extração dos óleos essenciais e subsequente reação com permanganato de potássio (teste de Bayer) em uma atividade de aproximadamente 45 minutos. A adaptação das cápsulas de café expresso para a extração é de fácil implementação e o experimento envolve conceitos de pressão e separação de misturas, assuntos abordados no ensino médio.

▶ extração, óleos essenciais, café expresso, pressão ◀

Recebido em 22/04/2015, aceito em 05/08/2015

Existem diversas maneiras de se realizar a extração de substâncias, em geral com a passagem de um solvente por um meio onde esteja a substância que se quer extrair. Em experimentos didáticos sobre extração, costuma-se variar alguns parâmetros, como a natureza do solvente, a granulação do meio onde está a substância a ser extraída, a temperatura e o tempo de contato entre o solvente e o meio. Não é usual que os experimentos didáticos de extração incluam a pressão como parâmetro de extração, e o experimento proposto neste artigo vem a preencher essa lacuna. Neste trabalho, foi usado um equipamento de uso cotidiano: a máquina NESCAFÉ® Dolce Gusto®, que atinge pressões de até 15 bars (Nescafé, 2014a), o que proporciona uma extração com pressão muito maior que a atmosférica, de aproximadamente 1 bar no nível do mar (Roth, 2014). Quanto maior a pressão atmosférica, maior será a difusão do solvente no meio, aumentando a difusão das moléculas do solvente pela das estruturas celulares, no caso de tecidos vegetais, para chegar ao soluto. Esse aumento na difusão aumenta diretamente a eficiência no arraste de substâncias, dentre elas, os óleos essenciais (Usberco, 2010; Mahan, 1995).

Na máquina de café expresso, a formação de pressão pela passagem de líquido ocorre assim que a cápsula é perfurada pela cafeteira, com a inserção, sob pressão, de água quente em seu interior. A alta pressão e a maior eficiência de penetração do solvente no pó de café fazem com que não apenas os compostos solúveis em água sejam extraídos, mas também a fusão e extração dos lipídeos pela água quente. Os lipídeos proporcionam a formação de uma emulsão fina com gotículas de lipídeos, como fase dispersa, na água quente: a espuminha típica do café expresso.

Pressão é determinada pela atuação de uma força, normal a uma superfície, dividida pela área dessa superfície (IUPAC, 1997). Numa máquina de café expresso, a pressão obtida no processo de extração é muito importante e está diretamente relacionada às características do café obtido. Quanto maior for a pressão do solvente, mais eficiente será a sua passagem pela massa de pó de café, gerando bebidas com composições diferentes, dependendo da pressão usada na extração. Uma vantagem

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.

associada ao uso da pressão para aumentar a eficiência do processo extrativo é o menor tempo para a obtenção do café expresso.

Na máquina de café expresso, a formação de pressão pela passagem de líquido ocorre assim que a cápsula é perfurada pela cafeteira, com a inserção, sob pressão, de água quente em seu interior. A alta pressão e a maior eficiência de penetração do solvente no pó de café fazem com que não apenas os compostos solúveis em água sejam extraídos, mas também a fusão e extração dos lipídeos pela água quente. Os lipídeos proporcionam a formação de uma emulsão fina com gotículas de lipídeos, como fase dispersa, na água quente: a espuminha típica do café expresso. Dissolvidas nessas gotículas de lipídeos estão substâncias aromáticas que, de outra forma, evaporar-se-iam após a saída do líquido quente (Roth, 2014).

O princípio de funcionamento da máquina de café expresso pode ser aplicado para a extração de outras substâncias de interesse em atividades didáticas, podendo ser feitas comparações com outras técnicas clássicas como arraste a vapor. São exemplos de atividades didáticas relacionadas a essa proposta a extração de cafeína do chá preto (Brenelli, 2003), a extração de óleos essenciais de cravo ou canela (Guimarães, 2000; Cunha 2012), a extração de corantes da semente de urucum (Costa, 2005) e o uso de extratos aquosos como antimicrobianos (Sousa, 2014).

Neste trabalho, usamos a canela e o cravo para demonstrar, respectivamente, a extração aquosa a quente do cinamaldeído e do eugenol.

Parte experimental

As extrações foram realizadas usando uma máquina de café expresso convencional NESCAFÉ® Dolce Gusto®, as cápsulas desta, cola de alto desempenho a base de cianoacrilato, tesoura, recipiente plástico, banho de gelo, água, cravo, canela em pau, martelo, solução de permanganato de potássio, éter etílico e sulfato de magnésio anidro.

Essa máquina utiliza cápsulas do tipo Smart Capsule™ (Nescafé, 2014b), cujo sistema de funcionamento permite o aumento da pressão interna. Essas cápsulas são compostas de um plástico resistente externo, como tampa, e um interno, finamente perfurado para garantir que a água passe sob pressão ao compartimento onde está o pó de café. No plástico externo, é feito um furo pela cafeteira e a água sob pressão é injetada. Sob o pó de café, há um filme de alumínio que se rompe durante o preparo pela pressão da água. Esse filme tem a função de evitar a oxidação ou a contaminação do pó de café pela atmosfera externa, no seu tempo de prateleira, antes de ser usado.

É possível visualizar na Figura 1 as várias etapas de preparação da cápsula. Primeiramente foi realizado um corte lateral nesta, abaixo da altura do plástico interno, de modo a não comprometer o seu sistema de funcionamento, e retirou-se todo o pó de café de seu interior (Figura 1A). Substituiu-se o pó por amostras de cravo ou canela em pau, que foram maceradas com o martelo (Figura 1B). A maceração serve para aumentar a área superficial, o que aumenta a eficiência do processo de extração. É importante não preencher completamente o compartimento da amostra, pois isso pode fazer com que ocorra o entupimento do sistema de passagem de água da máquina. A partir da experiência adquirida empiricamente, recomendamos preencher até, no máximo, metade do espaço livre para a colocação da amostra. Após preenchida a cápsula, esta foi vedada com um pedaço de plástico da tampa de outra cápsula com tamanho suficiente para cobrir a abertura lateral. Para isso, utilizou-se uma cola de alto desempenho (Figura 1C).

Figura 1: A) Cápsulas com abertura lateral e café retirado; B) Pedaços de canela preenchendo espaço interno da cápsula; C) Cápsula fechada com pedaço de tampa de outra cápsula

Para minimizar a evaporação dos voláteis após a extração, utilizou-se um frasco de gargalo com diâmetro reduzido imerso em um banho de gelo para coletar os extratos (Figura 2A e Figura 2B).

Figura 2: Sistema de coleta refrigerada do extrato aquoso a quente.

A comprovação da presença dos óleos essenciais nos extratos obtidos foi realizada pela extração líquido-líquido com solvente orgânico (Cunha, 2012). Resumidamente, em um funil de separação, adicionou-se 50 mL de extrato aquoso a quente das duas especiarias testadas em 30 mL de éter etílico, homogeneizou-se o sistema e aguardou-se a separação das fases. A fase que continha o extrato foi novamente purificada, repetindo-se o processo de adição de 30 mL de éter etílico por mais duas vezes. Ao produto obtido, adicionou-se um agente secante, sulfato de magnésio, e a mistura foi levada a uma placa aquecedora

até a evaporação total do solvente orgânico. Ambos os extratos aquosos a quente, separadamente, passaram por um procedimento de teste da veracidade dos compostos (Guimarães, 2000), também conhecido como teste de Bayer. Este é realizado com solução de permanganato, indicando a presença de insaturações que existem tanto no eugenol quanto no cinamaldeído. Essa confirmação ocorre por meio da reação de oxidação branda com permanganato de potássio de cor violeta, que sofre descoramento de sua coloração característica. O permanganato pode ser comprado em pastilhas, em qualquer farmácia, sem receita e com baixo custo, por aproximadamente R$ 3,00. Para o preparo da solução, basta dissolver a pastilha em um copo de água. O experimento possui tempo de execução médio de 45 minutos e, portanto, pode ser aplicado em uma hora aula.

Resultados e discussão

Ambos os extratos aquosos apresentaram coloração e odor característicos das especiarias usadas. O extrato aquoso a quente é composto das substâncias hidrossolúveis e das substâncias lipofílicas como os óleos essenciais, que fluíram para o extrato devido à temperatura e pressão. O sistema de resfriamento (Figura 2) possibilitou minimizar a perda dos óleos essenciais por evaporação pela diminuição da temperatura. Com essa etapa, é possível diversificar o experimento, fazendo a extração com e sem o sistema de resfriamento, ou com sistemas de resfriamento com diferentes temperaturas, para verificar a sua eficácia comparando rendimentos após a extração com solventes orgânicos. Essa abordagem permite discutir a influência da temperatura na pressão de vapor de substâncias voláteis.

Teste de comprovação da existência dos óleos essenciais

Ambos os extratos obtidos passaram por extração líquido-líquido com éter etílico e suas fases podem ser visualizadas na Figura 3.

A fase orgânica dos extratos obtidos apresentaram odor característico das especiarias usadas na extração, evidenciando a presença de substâncias lipofílicas com o processo de extração aquoso a quente sob pressão. Em contraponto aos experimentos clássicos de extração (Brenelli, 2003; Cunha, 2012), o experimento aqui proposto pode ser feito em menos de um minuto, permitindo dedicar maior tempo às variáveis como temperatura de resfriamento na coleta,

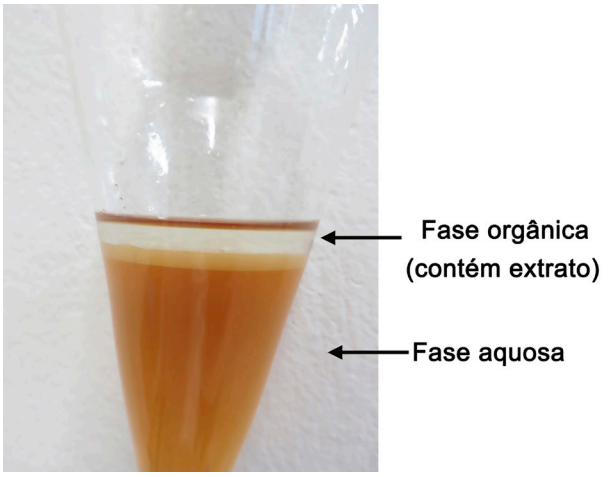


Figura 3: Sistema de purificação usando um funil de separação.

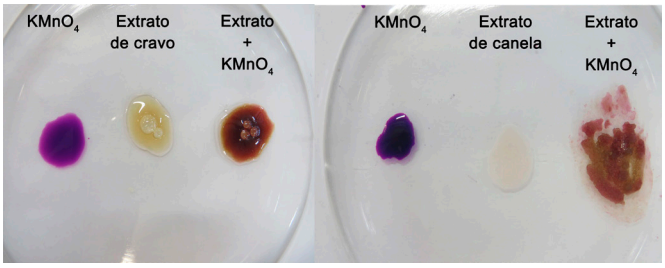


Figura 4: Teste de Bayer para cada extrato.

interação com práticas que envolvem outras propriedades dos extratos aquosos como o estudo de suas propriedades antimicrobianas (Sousa, 2014) ou possibilitando executar a atividade em menor tempo.

As duas frações oleosas passaram por reação com $KMnO_4$ e apresentaram evidências de oxidação com o desaparecimento da cor violeta (Figura 4) por causa dessa reação (Solomons, 2012), que é chamada teste de Bayer (Figura 5) e ocorre a partir das insaturações com o oxidante permanganato de potássio, formando grupos OH alcoólicos e provocando o descoramento do meio. Importante destacar que, na extração com solventes orgânicos, são usadas substâncias tóxicas e que, portanto, não são indicadas para o manuseio dos estudantes e/ou pessoas sem a devida capacitação.

Considerações finais

O procedimento é simples e seguro, oferecendo a possibilidade de inserir a pressão como parâmetro de extração de compostos orgânicos em experimentos rápidos, usando

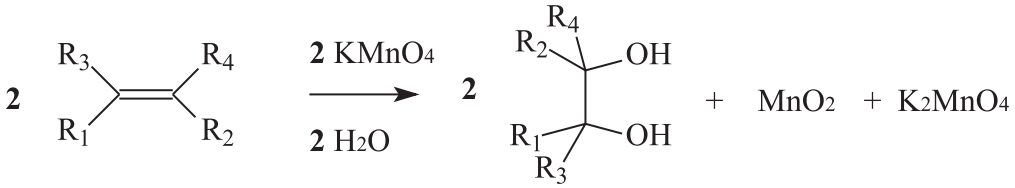


Figura 5: Reação do teste de Bayer.

uma máquina de café expresso doméstica, permitindo comparações com outras técnicas clássicas. Além disso, utiliza matérias-primas baratas e de fácil acesso, como canela e o cravo, para demonstrar a extração aquosa a quente de óleos essenciais e o efeito da pressão sobre a extração rápida desses óleos. A proposta experimental permite a complementação do experimento de extração com a comprovação da presença de óleos essenciais pelo teste de Bayer, que pode demonstrar o conceito de oxidação de insaturações de uma maneira rápida e de fácil visualização.

Walter Ruggeri Waldman (walter@ufscar.br), bacharel em Química Tecnológica, mestrado e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), é professor adjunto da Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. Salto de Pirapora, SP – BR. **Amanda de Sousa Querubina** (amandasq@hotmail.com), técnica química pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), licencianda em Química pela UFSCar, é estagiária nos laboratórios de ensino de química da UFSCar, campus Sorocaba. Jacareí, SP – BR. **Marcella Andreoli Coser** (marcella.coser@outlook.com) é licenciada em química pela UFSCar e formada em técnico de alimentos pela Etec Rubens de Faria, é técnica de qualidade na PepsiCo/Sorocaba, possui um blog que aborta temas relacionados à química do cotidiano (cellacoser.wordpress.com) e é redatora na sessão de química na cozinha do blog I Could Kill for Dessert. Sorocaba SP – BR.

Referências

BRENELLI, E.C.S. A extração de cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. *Quim. Nova*, v. 26, p. 136-138, 2003.

COSTA, C.L.S.; CHAVES, M.H. Extração de pigmentos das sementes de *Bixa orellana L.*: uma alternativa para disciplinas experimentais de química orgânica. *Química Nova*, v. 28, n. 1, p. 149-152, 2005.

CUNHA, S.; LUSTOSA, D.M.; CONCEIÇÃO, N.D.; FASCIO, M.; MAGALHÃES, V. Biomassa em aula prática de química orgânica verde: cravo da índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural. *Química Nova*, v. 35, n. 3, p. 638-641, 2012.

FIORIO, J.; DALPOSSO, P. *A química dos óleos essenciais no ensino médio*. 2011. 10 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2011.

GUIMARÃES, P.I.C.; OLIVEIRA, R.E.C., ABREU, R.G. Extraindo óleos essenciais de plantas. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 45-46, 2000.

IUPAC. *Compendium of Chemical Terminology*. 2. ed. Org. A.D. McNaught; A. Wilkinson. Oxford: Blackwell, 1997.

MAHAN, B.; MYERS, R. *Química*: um curso universitário. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

MORTIMER, E.; MACHADO, A. *Química*: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2008.

NESCAFE. *Como a máquina funciona?* Disponível em: https://www.nescafe-dolcegusto.com.br/faq. Acessada em: 26 maio 2014a.

_____. *Cápsula*. Disponível em: https://www.nescafe-dolcegusto.com.br/smart-capsule. Acessada em: 26 maio 2014b.

O'SHEA, S.K.; VON RIESEN, D.D.; ROSSI, L.L. Isolation and analysis of essential oils from spices. *Journal of Chemical Education*, v. 89, n. 5, p. 665-668, 2012.

ROTH, K. *Espresso*: a three step preparation. Disponível em: http://www.chemistryviews.org/details/ezine/694285/Espresso_A_Three-Step_Preparation.html. Acessada em: 26 maio 2014.

SOLOMONS, T.W.G. *Química orgânica*. Trad. H. Macedo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012.

SOUSA, A.M.; WALDMAN W.R. Antimicrobial properties of spices: an activity for high school or introductory chemistry or biology. *J. Chem. Educ.*, v. 91, p. 103-106, 2014.

USBERCO, J. SALVADOR, E. *Química*. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

Para saber mais

DAVIES, E. Chemistry in every cup. *Chemistry World*, v. 8, n. 5, p. 36-38, 2011.

BIZZO, H.R.; HOVELL, A.M.; REZENDE, C.M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Química Nova*, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

Abstract: *Espresso machine for the extraction of essential oils: an experimental proposal.* The work consists of demonstrating the use of the espresso machine as an alternative method of extraction using higher pressures. It was used a domestic espresso machine for the extraction of essential oils of clove and cinnamon, with a refrigerated collection system of the aqueous extract produced. The presence of essential oils in the aqueous extract was demonstrated by extraction of the essential oils and subsequent reaction with potassium permanganate (Bayer test), in an activity of around 45 minutes. The adaptation of espresso coffee capsules for extraction is easy to implement and experiment involves concepts from pressure to separation of mixtures, topics discussed in high school.
Keywords: extraction, essential oils, espresso coffee, pressure.

 http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160038

Recontextualizações e Hibridismos em Processos de Elaboração e Avaliação de Livros Didáticos de Química

Recontextualizations and hibridism in the process of development and evaluation of the Chemistry's textbook

Ana Carolina Garcia de Oliveira e Maria Inês Petrucci Rosa

Resumo: Neste trabalho, temos como objetivo investigar processos de elaboração e avaliação de livros didáticos de química, no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), procurando compreender efeitos produzidos nas obras didáticas a partir de diferentes contextos. Inspiradas em Stephen Ball, compreendemos as políticas curriculares como redes discursivas que se estabelecem em contextos marcados por permeabilidades. Para adentrar na pesquisa, entrevistamos autores e avaliadores de livros didáticos de química que participaram do PNLD. As entrevistas em estilo narrativo propiciaram a produção de mônadas, dispositivo metodológico inspirado na obra de Walter Benjamin. As narrativas produziram efeitos de significação que nos levaram a compreender que a produção do livro, desde sua escrita até seu uso em salas de aula, passando pela editoração, avaliação e distribuição, ocorre em diversos contextos. Esse cenário de contextos é operado a partir de processos de recontextualização e de hibridismo de discursos produzidos nesses meios. Com essa dinâmica, a autoria das políticas passa a ser plural, diversos sujeitos delas participam e a constroem.

Palavras-chave: currículo, narrativas, PNLD, ciclo de políticas, livro didático

Abstract: In this article, we aim to investigate processes of elaboration and evaluation of textbooks of Chemistry, under Textbook National Program (PNLD), seeking to understand the effects produced in the textbooks from different contexts. Inspired by Stephen Ball, we understand curriculum policies as discursive networks that are established in contexts marked by permeabilities. To enter the research, we interviewed evaluators and authors of textbooks of Chemistry who participated of the PNLD. The interviews in narrative style led to the production of monads, methodological resource inspired by the work of Walter Benjamin. The narratives produced effects of signification that led us to understand that the production of the book, since its writing, to their use in classrooms, through publishing, evaluation and distribution, occurs in various contexts. This scenario of contexts is operated from processes of recontextualization and hybridity of discourses produced in these media. With this dynamic, the policies authorship becomes plural, diverse subjects participate and build it.

Keywords: curriculum, narratives, PNLD, policies cycle, textbook.

Ana Carolina Garcia de Oliveira (acgdeoliveira@yahoo.com.br), bacharel e licenciada em Química pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mestre e doutora em Educação pela Faculdade de Educação (FE) da UNICAMP, é professora adjunta do Departamento de Química da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) – campus Porto Velho. Porto Velho, RO – BR. **Maria Inês Petrucci Rosa** (minespetrucci@gmail.com), bacharel e licenciada em Química pelo Instituto de Química da UNICAMP, mestre e doutora em Educação pela FE-UNICAMP, é professora-doutora do Departamento de Ensino e Práticas Culturais da FE-UNICAMP. Campinas, SP – BR.
Recebido em 13/10/2014, aceito em 24/03/2016

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.

Considerações preliminares

No Brasil, o programa de avaliação e aquisição de livros didáticos da Secretaria de Educação Básica – Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) tem forte impacto sobre as práticas pedagógicas escolares e produz efeitos importantes como política curricular. Além das influências do mercado editorial, de grupos privados e de escolas, destaca-se nessa política a forte participação das comunidades acadêmicas disciplinares. Esse programa envolve avaliação, seleção, compra e distribuição de milhões de livros didáticos para a escola básica pública de todo país, contando com investimentos na ordem de bilhões de reais, sendo um dos maiores programas de distribuição de livros didáticos do mundo.

No contexto desse programa, a etapa de avaliação das obras didáticas, previamente inscritas pelas editoras, é feita por equipes de áreas disciplinares. Em sua maior parte, os integrantes de tais equipes avaliativas são professores ligados a universidades que representam os grupos disciplinares.

O Ministério da Educação (MEC) regulamentou a avaliação do livro didático por meio do decreto 91.542/85 que implantou o PNLD que, em seu artigo 2º, estabelece a avaliação rotineira dos livros (Brasil, 1985). As avaliações dos livros para o ensino fundamental ocorreram no início de 1994 com a publicação do documento *Definições de critérios para avaliação dos livros didáticos,* em que eram analisados livros de 1ª a 4ª séries. Posteriormente a avaliação se estendeu para outros níveis de ensino.

O programa foi estendido ao ensino médio, o que proporcionou, em 2004, que o MEC implantasse o PNLD para o ensino médio (PNLEM), pela Resolução nº 38 do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que previa a distribuição gratuita de livros didáticos para alunos desse nível (Brasil, 2003). Primeiramente, foram avaliados e distribuídos livros didáticos dos componentes curriculares português e matemática e, posteriormente, outras disciplinas foram sendo contempladas. No caso específico da química, a primeira avaliação teve início em 2005 (PNLEM 2007), sendo que os livros foram distribuídos em 2007.

Atualmente, o PNLEM de química encontra-se em sua 3ª edição. Desde o PNLEM 2007, milhões de livros de química foram distribuídos para alunos do ensino médio da rede escolar pública do país. Contudo, antes de chegar às escolas, esses livros passam por diversas etapas, desde sua elaboração até sua avaliação e distribuição. Em síntese, inicialmente o MEC divulga o edital do programa, anunciando os critérios para a seleção das obras didáticas. Participa da elaboração desse edital o comitê técnico do MEC, composto por coordenadores que representam as diversas áreas disciplinares que terão as coleções didáticas avaliadas. De acordo com as exigências do edital, autores e editoras (re)elaboram suas obras na tentativa de atender aos critérios de seleção do programa. Em seguida, uma equipe de avaliadores é formada por professores e pesquisadores da área que analisarão as coleções inscritas no PNLD. Após essa avaliação, o MEC divulga as obras aprovadas e disponibiliza aos professores da escola básica um guia de resenhas das coleções selecionadas. A partir disso, esses professores escolhem os livros que pretendem trabalhar com seus alunos nas escolas por um período de três anos, quando outro processo de avaliação é realizado.

A avaliação de livros didáticos de química no PNLD e a produção de políticas

É relevante considerar que estudos sobre políticas curriculares no Brasil parecem ter sido intensificados a partir dos anos 1990, época em que vários documentos foram produzidos durante reformas oficiais de cunho claramente neoliberal. Com isso, várias pesquisas foram realizadas tendo como foco documentos oficiais como os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais produzidos durante o governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002). Muitas dessas pesquisas são mais voltadas à crítica dos documentos e seus resultados do que às investigações teóricas e empíricas sobre as próprias políticas de currículo. Além disso, grande parte desses estudos sobre políticas curriculares assume um cunho estrutural, sendo comum a separação entre proposta e prática, entre currículo formal (prescrito pelo Estado) e currículo em ação (praticado nas escolas), caracterizando uma perspectiva estadocêntrica, verticalizada, que separa políticas e práticas.

Em contrapartida, emergem também estudos que buscam superar formas de compreensão que separam proposta e implementação, sendo que, dentre eles, destacam-se as ideias de S. Ball, que aborda a compreensão de políticas educacionais por meio de um ciclo de políticas, representado na Figura 1. Em seu modelo, tal ciclo é composto de três contextos inter-relacionados, que não são lineares ou sequenciais, e que representam arenas, lugares e grupos de interesse que se envolvem em embates e disputas, sendo eles: contexto de influência, de produção de textos e da prática.

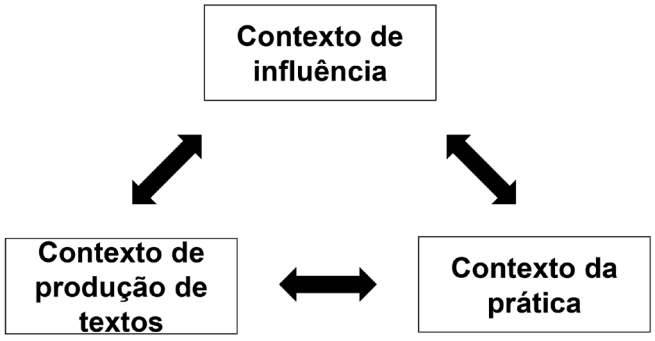


Figura 1: Ciclo de Políticas (baseado em Ball et al., 1992).

O contexto de influência é visto como aquele em que políticas são iniciadas e no qual são construídos discursos políticos. Atuam, nesse contexto, órgãos governamentais,

partidos políticos, agências internacionais de financiamento, grupos privados, comunidades disciplinares e institucionais (Mainardes, 2006).

O contexto de produção de textos é formado por documentos oficiais, ou não, e comentários sobre esses textos, que representam e/ou tentam definir o que é a política para a escola e para a sociedade em geral. Esses textos são resultados de disputas e negociações de grupos que tentam controlar a política. Já no contexto da prática, discursos políticos construídos no contexto de influência e os textos produzidos são submetidos a diferentes interpretações e recriações, modificando os sentidos iniciais (Petrucci-Rosa et al., 2008). Segundo Ball e colaboradores (1992),

> [...] os profissionais que atuam no contexto da prática [escolas, por exemplo] não enfrentam os textos políticos como leitores ingênuos, eles vêm com suas histórias, experiências, valores e propósitos [...]. Políticas serão interpretadas diferentemente uma vez que histórias, experiências, valores, propósitos e interesses são diversos. A questão é que os autores dos textos políticos não podem controlar os significados de seus textos. Partes podem ser rejeitadas, selecionadas, ignoradas, deliberadamente mal entendidas, réplicas podem ser superficiais etc. Além disso, interpretação é uma questão de disputa. Interpretações diferentes serão contestadas, uma vez que se relacionam com interesses diversos, uma ou outra interpretação predominará, embora desvios ou interpretações minoritárias possam ser importantes.

Para Ball e colaboradores (1992), a política deve ser analisada como texto e como discurso simultaneamente. Apoiadas em Lopes (2005a, p. 264), entendemos discurso como "categoria na qual todo sujeito é posicionado ou reposicionado, práticas que sistematicamente formam os objetos dos quais elas falam" e por texto, "qualquer representação expressa pela fala e pela escrita, nas quais são realizadas a produção e a reprodução culturais".

Dessa forma, entendemos políticas de currículo como produtos de processos de recontextualização de textos e discursos provenientes do governo, das agências de fomento internacionais, da comunidade acadêmica, das editoras e também da escola.

Operamos também com o conceito de recontextualização tal qual proposto por Bernstein (1996) e, posteriormente, apropriado e desenvolvido por Lopes (2004; 2005a; 2005b), no qual textos advindos, ou não, das esferas oficiais passam por processos de fragmentação ao se disseminarem no meio educacional. Alguns desses fragmentos são mais valorizados que outros e, ao serem combinados com outros fragmentos de textos, produzem novos significados e interpretações (Lopes, 2005b). Dessa forma, orientações de agências internacionais se modificam ao serem inseridas nos contextos de cada país, as orientações curriculares nacionais são modificadas pelos governos estaduais e municipais, pelas comunidades acadêmicas, pelas escolas e por diversos outros contextos. Assim, a política torna-se um híbrido em constante mutação.

> Em outras palavras, a recontextualização dos textos e discursos curriculares assume um caráter híbrido, na medida em que esses são deslocados das questões e relações de origem e recolocados em novas questões e relações, produzindo novos sentidos e significados para os recortes estabelecidos. (Abreu et al., 2005, p. 406)

Contudo, como já consideramos, esse processo de recontextualização por hibridismos não implica que qualquer sentido possa ser atribuído aos textos das políticas curriculares. A construção de sentidos e significados para a política ocorre de maneira complexa, envolve disputas e negociações para legitimar possíveis leituras e interpretações sobre os textos e discursos produzidos. Baseado em Ball, Lopes (2004) argumenta que os textos trazem em si possibilidades e constrangimentos para seu entendimento, sendo que qualquer tentativa de ressignificação de um texto em uma direção não prevista inicialmente é dependente das condições históricas e sociais da leitura. Em outras palavras, "não é possível ler qualquer coisa em qualquer texto, sem limites" (p. 113). Desse modo, alguns mecanismos tentam restringir a produção de alguns sentidos como dispositivos legais, sistemas de financiamento e sistemas de avaliação. Em contrapartida, outros mecanismos são criados com o objetivo de legitimar esses discursos, como a hibridização de vários discursos para que diferentes setores se sintam representados na política.

Um dos textos circulantes, em contextos produtores de políticas, é o livro didático, foco da presente investigação.

Após a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (Brasil, 1999), livros didáticos, incluindo os de química, sofreram modificações para incorporarem discursos presentes nos documentos oficiais. Muitas coleções foram adaptadas e outras foram produzidas para se adequarem ao chamado *novo ensino médio*, denominação usada pelo MEC no governo de Fernando Henrique Cardoso (Lopes, 2007).

De um modo geral, as coleções que foram reformuladas e adaptadas, em sua maioria, apresentavam alterações na forma de caixas de texto ao final dos capítulos, na diagramação e nas imagens, sendo que a organização e a seleção dos conteúdos pareciam estar sendo pouco modificadas. Também segundo Lopes (2007), a publicação desses documentos possibilitou uma maior visibilidade e interesse das editoras pelos livros didáticos alternativos, produzidos por grupos de pesquisa sobre ensino nas universidades. Mesmo antes da publicação dos PCNEM, esses livros já apresentavam características que foram posteriormente valorizadas pelos documentos, tais como

enfoque construtivista e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Nesse processo, livros didáticos são influenciados pelas propostas oficiais do governo, mas ao mesmo tempo reinterpretam as recomendações criando outros sentidos. Logo, contextualização, interdisciplinaridade, competência, habilidades, tecnologia, cotidiano, entre outros, são discursos presentes nas recomendações oficiais que são ressignificadas por diferentes leituras, resultando em políticas curriculares hibridizadas pela recontextualização.

> A recontextualização de discursos e textos aponta para a impossibilidade de ver as concepções presentes nos livros como decorrentes dos discursos oriundos do contexto de definição dos textos curriculares na esfera do governo federal em uma relação verticalizada. Discursos acadêmicos, das escolas e das disciplinas, também são recontextualizados nos livros, bem como nos parâmetros, expressando um processo muito mais complexo. Todos são textos que têm contextos de produção distintos, mas que trabalham sobre marcas dos discursos curriculares das áreas de ensino das disciplinas específicas e do meio educacional de forma mais ampla. (Lopes, 2007, p. 218)

Consideramos que os documentos produzidos no âmbito da avaliação dos livros didáticos são consumidos (Certeau, 2004) não passivamente pelos atores da escola – equipe pedagógica –, mas por meio de usos ativos que se expressam como práticas curriculares que vão se consolidando na tradição escolar. Um dos documentos produzidos é o Guia de Livro Didático, em que constam algumas informações e resenhas das obras aprovadas pelo programa. No contexto da prática, professores se apropriam das resenhas das obras aprovadas pelas equipes avaliadoras e, a partir daí, decidem pela adoção de determinadas obras. Tal adoção passa a deflagrar práticas pedagógicas em sala de aula que, de alguma maneira, dialogam com os pressupostos curriculares explicitados no contexto de produção de textos que, por sua vez, foram demandados também no contexto de influência. As dinâmicas discursivas em cada contexto são móveis e usufruem das permeabilidades próprias desses contextos, de tal forma que não é possível dizer que as políticas vêm de instâncias superioras para inferiores, mas compreender que o cotidiano escolar, prenhe de invenções, carrega também intensas potencialidades de produção de políticas que são mobilizadas não só no contexto da prática, mas em outros também.

No caso dos processos de avaliação de livros didáticos de química, as próprias equipes de avaliação constituídas pelo MEC usualmente contam com grupos híbridos de professores quanto à sua atuação profissional e à sua formação acadêmica, sendo docentes universitários e, alguns, professores de química do ensino médio.

O foco da investigação

Ao assumirmos: 1. o livro didático como texto curricular; 2. o PNLD como política curricular; 3. o propósito de compreender efeitos da avaliação dos livros didáticos de química, tomando como referência o modelo de S. Ball, delineamos as seguintes questões de investigação: Que tensões estão presentes nas políticas curriculares para o ensino de química no contexto dos programas de avaliação dos livros didáticos sob responsabilidade do MEC? Que efeitos são produzidos a partir das permeabilidades discursivas entre diferentes contextos da política?

Em outras palavras, temos como objetivo investigar o processo de elaboração e avaliação do livro didático de química, no âmbito do PNLD, procurando compreender efeitos produzidos nas obras didáticas a partir dos diferentes contextos. A seguir, apresentaremos o percurso metodológico construído nesta investigação.

Mônadas como dispositivo metodológico

Foram entrevistados participantes das equipes de avaliação de livros didáticos de química tanto no contexto do PNLEM 2007 como também do PNLD 2012, e autores de livros didáticos de química aprovados no programa. Para escolha dos avaliadores, tomamos como critério a participação em pelo menos um programa de avaliação de obras didáticas realizadas pelo governo, além disso, o avaliador deveria estar disposto a narrar suas experiências no processo seleção das obras. Ao todo, entramos em contato com 11 avaliadores, mas por causa das distâncias geográficas e dos compromissos acadêmicos, foi possível a entrevista com 10 deles, sendo que a maioria ocorreu durante eventos científicos da área de ensino de ciências. Para o escopo deste trabalho, apresentaremos as narrativas de 6 avaliadores.

Quanto aos escritores, entramos em contato com os autores das três coleções aprovadas tanto no PNLEM 2007 quanto no PNLD 2012. Todos foram solícitos ao pedido da entrevista, mas devido a compromissos pessoais, foi possível a realização da entrevista com quatro deles que, em duplas, são responsáveis pela autoria de duas obras.

As entrevistas foram realizadas individualmente, gravadas em áudio, transcritas e textualizadas. Aos autores, a entrevista foi iniciada solicitando a eles que contassem sobre suas experiências no processo de elaboração do material didático. Para os avaliadores, pedimos que nos contassem suas histórias relacionadas à avaliação do livro didático de química. A partir disso, a entrevista transcorria livremente, com duração variada, entre 30 minutos e 3 horas de conversa.

Os textos provenientes das transcrições das entrevistas foram tomados como narrativas, com inspiração em princípios teóricos expressos na obra de Walter Benjamin em escritos como *O Narrador*, *Sobre o conceito de história*, *Experiência*

e pobreza, *Infância em Berlim por volta de 1900*, compilados em Benjamin (1994; 1995).

Para aprofundar no conceito de narrativa, faz-se necessário trazer a obra *Infância em Berlim por volta de 1900* (Benjamin, 1995). Nesse texto, o autor apresenta algumas de suas experiências vividas na infância por meio de inúmeras mônadas. Dentro dessas narrativas, o autor utiliza uma linguagem rica e detalhada, em que as palavras estão repletas de sentidos, não é apenas uma tagarelice. O autor traz suas experiências vividas na infância, no passado, com os olhos do presente, portanto há um entrecruzamento de tempos.

A imagem de mônada que Benjamin usa em seus escritos é inspirada em Leibniz. Elas podem ser entendidas como pequenos fragmentos de história que juntas exibem a capacidade de contar sobre um todo, embora esse todo possa ser contado por um de seus fragmentos, sendo que "em cada mônada, estão presentes todas as outras" (Petrucci-Rosa et al., 2011, p. 205).

Segundo Benjamin (1994), somos bombardeados a todo momento com informações e notícias do mundo todo, mas essas histórias não nos surpreendem, pois já chegam acompanhadas de explicações e "metade da arte narrativa está em evitar explicações" (p. 203). A função da narrativa é ser continuada pelo outro, diferente da informação que se esgota no acontecimento. Para Petrucci-Rosa e colaboradores (2011), a narrativa encontra-se intimamente relacionada ao ato de rememorar, entendido como ato de despertar, ademais

> [...] possibilita a ressignificação da própria experiência no se fazer do cotidiano, na relação entre o eu e o outro, nos acontecimentos que nos deixam marcas de experiências vividas e não apenas vivências sem experiências, através de memórias conscientes e inconscientes, cheias de significado, sentimentos e sonhos. [...] Na rememoração, emergem o ato de viver, o entrecruzamento de tempos (passado, presente e futuro), espaços e visões. Produzir narrativas, nesse sentido, não é só relatar, mas trazer as experiências no plural e trazer à tona as antigas narrativas sob o ponto de vista cultural. (p. 202-203)

É importante evidenciar como são articulados narrativa e discurso nesse movimento de compreensão do contexto de produção de textos nas políticas curriculares relacionadas aos livros didáticos de química. As narrativas de participantes do processo foram ouvidas com o propósito de identificar elementos discursivos próprios da dinâmica desse contexto.

Para Silva (2010, p. 11), "dizer que a história é um discurso e uma narrativa parece ser repetição". Como essa autora aponta, Foucault vai além disso: "a narrativa para ele não é apenas uma representação literária sobre a representação-objeto, ela mesmo já é o acontecimento".

O enunciado no discurso é constituído a partir de uma correlação de forças em dinâmicas de disputa e poder. Numa perspectiva de rupturas e descontinuidades, é possível indiciar nas narrativas a estabilização/desestabilização de determinados enunciados, unidades importantes na constituição do contexto discursivo. Se assumir com Ball que os contextos produtores de políticas são contextos discursivos, é importante procurar traços de discursos próprios desses *lugares* que indiquem as permeabilidades, as disputas e as tentativas de estabilização de determinados regimes de verdade (Foucault, 2005). As narrativas podem ser um campo fértil de emergência de tais traços.

A partir dessas potencialidades metodológicas é que desenvolvemos a pesquisa. Com o objetivo de investigar tensões presentes nas políticas curriculares para o ensino de química no contexto dos programas de avaliação dos livros didáticos, entrevistamos autores de livros didáticos e professores que participaram do processo de avaliação de livros didáticos de química, uma das etapas do PNLD. Do ponto de vista operacional, o procedimento metodológico de construção das mônadas seguiu um ritual de leitura exaustiva da transcrição textualizada das entrevistas com o intuito de encontrar excertos/fragmentos que dialogassem com o problema da pesquisa. Ao localizar tais fragmentos, eles foram retirados do corpo da transcrição da entrevista e a eles foram atribuídos títulos, que expressam nosso foco, como pesquisadoras, de significação da narrativa. Optamos por apresentar as mônadas em sequência para que o leitor possa elaborar suas próprias percepções a partir do contato com as narrativas. Em seguida, apresentaremos algumas considerações sobre elas.

Passamos agora a apresentar algumas mônadas de nossos narradores, separados em dois grupos: quatro professores ligados a instituições de ensino superior e autores de obras didáticas aprovadas pelo PNLD, identificados como autor/a de LD, sendo LD a abreviação de livro didático. No segundo grupo, seis professores de instituições de ensino superior que participaram da equipe de avaliação do PNLD de química e que são identificados como avaliador/a de LD.

Narrativas

Mônada 1

Projeto com interação

A gente se reunia, discutia como iria fazer, dividia os professores e eles iam escrevendo. Imprimíamos o material e eles levavam para as escolas, para trabalhar com os alunos. Pegávamos algumas coisas que eles já tinham, fazíamos pequenas adequações. Os primeiros materiais, conseguimos fazer, mas depois foi difícil acompanhar o ritmo de sala de aula. Pouca coisa foi aplicada logo no início, depois a gente foi escrevendo sobre coisas que já tinha dado aula, dividia as equipes e cada um ia escrevendo sobre o que fazia. Foi um processo difícil, porque envolvia professores que não tinham prática em escrever e eles não têm a mesma preocupação conceitual que nós temos na universidade. Era toda uma discussão sobre isso, porque se a gente escrever o livro, os professores não vão usá-lo. Mas se

eles trabalharem junto conosco vão usar o livro, porque eles serão autores do material. Não queríamos fazer um processo de cima para baixo, queríamos um projeto com interação. Essa foi a perspectiva! (autor de LD)

Mônada 2

Não sobrou pedra sobre pedra

Quando a gente recebeu o primeiro retorno da editora, olhei e falei: se for assim, nós vamos ter que escrever tudo de novo, porque não sobrou pedra sobre pedra. Liguei para o outro autor e falei: eles mexeram no texto todo, está tudo vermelho. Eu me lembro de uma vez que a gente recebeu junto a revisão do editor mais a revisão do especialista. Uma parte dizia: retire o primeiro parágrafo, o outro dizia: retire o segundo parágrafo. E nós tínhamos que decidir o que fazer: deixa os dois? Modifica? Tira tudo? São decisões difíceis, não é elementar, e você não tem tempo para isso tudo. E tem que cuidar para que aquilo que é de essência não se perca, porque as pessoas veem as coisas de um modo muito diferente. Às vezes, vem uma crítica e você tem que parar e refletir: de onde essa pessoa está falando? Como é que ela viu? O que ela entendeu? O que eu vou poder incorporar e o que eu não devo incorporar? Porque isso vai desvirtuar a linha que a gente quer ter. Foi acontecendo que, ao longo do processo, a gente foi tendo cada vez mais firmeza do que a gente queria, mas nem tudo dá tempo de fazer. Então, às vezes, você foca mais numa coisa e menos em outra, que precisava de certa atenção, porém naquele momento não foi possível. (autora de LD)

Mônada 3

Padrão estabelecido

Aceitamos o convite da editora na perspectiva de produzir um material que fosse diferente e esperávamos ter uma editora que conseguisse chegar aos professores, que chegasse às escolas, porque a editora da universidade não conseguia fazer isso. No ensino médio e no fundamental, há um esquema da editora de fazer divulgação e de ir às escolas. Isso a editora da universidade nem sabia que existia. Tivemos um medo muito grande, porque tínhamos uma concepção de ensino muito clara e, ao ir para uma editora comercial, tivemos que mudar um pouco isso, mas a gente achou que seria interessante também. Diminuímos o número de experimentos e reduzimos o texto, porque começamos a nos enquadrar nesse padrão que já era estabelecido. Isso nos foi solicitado. Tivemos embates grandes por conta disso. Teve momentos em que falamos: acabou o projeto, a gente para por aqui, não vamos fazer mais nada, porque isso que vocês estão querendo, a gente não quer. Aí negociava e a gente conseguiu. Foi um processo de negociação muito grande. Saímos de um modelo muito acadêmico, em que tínhamos uma liberdade muito grande. Quando publicamos pela editora da universidade, era do jeito que a gente queria. Quando a gente faz para uma editora comercial, não é bem assim, porque tem o lado deles também. Isso é interessante, hoje em dia, eu tenho uma clareza maior, porque quando você vê um livro pronto, ele tem uma participação muito grande dos autores, mas ele tem uma participação muito grande de um grupo que está na editora, que produz imagem, faz diagramação... Então o produto final é um diálogo de todos esses envolvidos. (autor de LD)

Mônada 4

Outra relação foi sendo construída

A partir do módulo 2, o processo começou a mudar e eles [da editora] admitiram a possibilidade de termos contato com a pessoa da diagramação. Eles contrataram um diagramador que era muito bom, mas estava acostumado a trabalhar de um jeito, ele que mandava na diagramação, ninguém intervinha no trabalho dele. Então outra relação foi sendo construída, porque antes do Programa do MEC, as editoras não tinham esse contato com o autor. Foi uma surpresa para a editora ter autor que a questionasse. Até então, os editores faziam tudo, o autor entregava o texto e eles traziam o livro pronto e acabado. Eles acharam estranha essa relação conosco. No módulo 2, eles pararam de ficar mudando muito o texto, passaram a sugerir, mas não reescreviam todo o texto, apenas procuravam melhorar as imagens. Quando eu sentei com o responsável pela diagramação, conversamos e eu entendi um pouco o ponto de vista dele. Ele me explicou que não podia simplesmente colocar uma imagem de um vidro, porque não resolve, tinha que mostrar todas as etapas de fabricação do vidro. Fazia sentido o que ele falava. Mas tinha outras coisas que ele fazia que alteravam o conteúdo. Ao mesmo tempo em que tinha coisas boas criadas por ele, outras tivemos que mudar. Foi um processo de interação, diálogo e construção. Com o tempo, a equipe da editora foi mudando. Agora temos uma copista que é física. Ela pegava nosso livro e melhorava a redação, não escrevia outro texto. Melhorava uma frase que estava meio truncada, fazia algumas observações, devolvia para mim, mas a gente se reconhecia no texto, era outra relação. (autor de LD)

Mônada 5

O MEC é autor do livro

O volume único tinha a vantagem que o professor poderia inverter os conteúdos, fazendo uma nova sequência. Veio a exigência do PNLD que os livros tinham que ter três volumes. Pensei: e agora, onde vai ficar a flexibilidade curricular? A sequência curricular do Programa de Avaliação da nossa universidade é diferente de outras. Se nós seguíssemos o Programa da universidade, para o resto do Brasil ficaria ruim. Fiz a seguinte proposta: já que trabalhamos com temas, vamos fazer um livro recursivo, em que alguns conteúdos vão e voltam. Como não tinha limite de páginas, abordamos o mesmo conteúdo em diferentes partes do livro. Mas na última avaliação, o MEC limitou o número de páginas, cada livro não podia ter mais de 320, e o nosso tinha 400. Tivemos que retirar os conteúdos que repetiam, tivemos que engessar o livro. Nós não queríamos, mas tivemos que engessar. Analisei currículos do Brasil inteiro, cheguei à conclusão que na maioria dos estados determinado

conteúdo era abordado em tal ano, então colocávamos esse conceito no volume adequado. [...] O livro é uma construção coletiva, começa com o MEC que fez o edital e decidiu que o nosso livro não seria possível. Sim, porque alguém colocou no edital que o livro só pode ter 320 páginas. O MEC é autor do livro, porque fala como deve ser o material. (autor de LD)

Mônada 6

Autoria é uma falácia

Nós não pegamos um assunto de pesquisa e colocamos no livro. Pegamos as ideias da pesquisa e trabalhamos com isso. Tem um princípio bakhitiniano que é importante, que fala da questão da autoria do livro. A autoria é uma falácia, não existe autoria, nós reelaboramos certos textos, estamos dialogando com a palavra do outro e convertendo-a em uma palavra própria e, ao fazer essa conversão, as intenções são pontuadas. De alguma maneira, a palavra do outro está sempre presente nesses textos. As palavras de pesquisadores estão presentes e as nossas também, como pesquisadores, estão presentes. É quase como uma transposição didática, você pega aquela ideia e transforma numa sequência didática. Tem a questão de como construir sequências didáticas, que é uma coisa interessante que fazemos. Nossa preocupação é que o tema faça sentido para o professor. Tem uma coisa importante que é o número de conceitos que a gente aborda que é sempre enorme, porque ainda acho muito. O número de conceitos que é abordado no ensino médio é excessivo, o aluno não tem condições de aprender aquilo. (autor de LD)

Mônada 7

O livro didático é uma coisa pobre

Resisti muito a participar de avaliação de livro didático, muito mesmo. Tive uma colega minha de movimento de professores que estava na divisão do MEC que cuida do PNLD. Ela insistiu para eu participar, além disso, o coordenador de ciências, que é da química, me procurou para participar e eu não quis. Não tinha nenhum impedimento, mas tinha uma bronca particular com o livro didático, achava que não tinha nenhum que presta, que não adianta. Livro didático é, por definição, uma coisa congelada, rígida, pobre, empobrecedora. O livro didático era para quem não tinha nenhuma formação e tinha que se apegar naquilo. Nunca usei livro didático no meu trabalho com ensino de química no ensino médio, nunca usei... Para não dizer que nunca usei, uma vez peguei duas classes de uma escola noturna e outro professor que era efetivo lá, pegou umas seis turmas. Para não prejudicar os alunos, resolvi adotar o livro que o professor adotava para as outras classes, mas acho que prejudiquei muito mais adotando aquele livro. Prejudiquei porque não se aprendia nada, aquele livro era a negação do aprendizado de química. Sempre trabalhei de uma forma muito mais criativa, pensando, vendo quem eram esses alunos e procurando produzir um curso voltado para a experiência deles, para os conhecimentos deles. Não estava inventando nenhuma outra química, era a química que existe mesmo, mas não seguia aquela sequência dos livros de jeito nenhum, porque eu acho muito fragmentada. Então, eu não tinha essa experiência de trabalhar com o livro didático. Conhecia porque, lá na universidade, analisávamos os livros com os alunos. Não adianta, os alunos querem ter uma segurança, e precisam conhecer os livros didáticos. Não adianta fazer crítica ao material sem conhecer. Eles precisavam conhecer primeiro e sentir. Eu via que apesar de todas as críticas que se fazia ao livro didático, no final, eu propunha ao pessoal que elaborasse um material para aplicação para os alunos e o que vinha era a reprodução do livro didático. Toda a crítica tinha sido feita e eles faziam a mesma coisa! É muito impregnada essa sequência presente no livro didático. (avaliador de LD)

Mônada 8

Era culpa do livro

Sou professora de química do ensino médio, fui professora durante 13 anos de química de chão de sala de aula, e me tornei professora de universidade já com quase 40 anos de idade. Tive um processo de aproximação da academia bem mais tarde na minha vida, foi com 30 e poucos anos que eu fui tentar mestrado, que fui para o doutorado. Por que tudo isso? Porque me incomodava muito aquela química que eu ensinava na escola. Incomodava-me muito aqueles livros didáticos, aquela química tão fragmentada, tão cheia de conceitos, tão cheia de fórmulas. Aquilo me incomodava muito. Porque na minha ideia como professora, eu achava que isso era culpa do livro didático, e eu queria saber quem fazia o livro didático e quem colocava aqueles conteúdos nos livros. Com os meus estudos, fui entender que o livro didático apresenta isso, mas essa história da abstração é muito anterior até aos livros didáticos. Com isso, eu fui entender um pouco essa história. (avaliadora de LD)

Mônada 9

Multiplicidade de posições teóricas

É muito diferente fazer avaliação para uma pesquisa e fazer avaliação para um programa de políticas públicas. Porque na pesquisa, você analisa o livro sob um prisma, sob a ótica do seu referencial, e quando a gente vai fazer uma avaliação enquanto política, não pode impor uma forma de encarar o mesmo problema. É diferente, tem que pensar na multiplicidade de possibilidades de ensino, afinal de contas, existem muitas teorias de aprendizagem, mas a gente não pode dizer que o aluno aprende somente desta forma, ou que este ou aquele método de ensino seria o melhor. Por exemplo, o ensino tradicional é muito criticado, mas todos nós aprendemos pelo ensino tradicional. Não se pode impor uma forma. Quando você faz a análise por pesquisa, é mais criterioso, tomando por base um referencial. O mais difícil nessa avaliação é justamente destituir um pouco disso, para deixar emergir essa multiplicidade de posições teóricas do livro. Acho que esse é o exercício mais difícil, no início. (avaliador de LD)

Mônada 10

Cadê?

Ter uma equipe só do ensino de química é importante. O avaliador tem que saber ler o manual do professor e saber avaliar se aquela proposta pedagógica está sendo executada no livro. Só quem entende das duas coisas é que pode fazer isso. A pessoa que não entende o manual, as teorias implícitas nele, não tem competência para avaliar se aquilo está sendo aplicado. O que se tem encontrado na análise do livro didático é o manual afirmar que vai fazer uma coisa e não faz. Ele diz que vai fazer isso e aquilo, mas você procura e não acha! Esse tipo de erro encontrei aos montes! O livro diz que vai usar a teoria da aprendizagem significativa, mas você procura e cadê a discussão de significado? (avaliador de LD)

Mônada 11

Feitos conforme o edital

Dois dos critérios eram sobre a questão ambiental, estava no edital que tinha que ser abordado o problema ambiental. Tinham muitos livros que parece que foram preparados para atender ao edital. Teve um livro que acrescentou um capítulo sobre química ambiental mais por força de edital que por outra coisa, e não porque a questão ambiental fosse tratada ao longo do livro. Era discutido com o avaliador como iríamos interpretar isso. Um dos critérios é a abordagem adequada da problemática ambiental, como vamos interpretar esse item? Com isso, houve tensões, discussões... Outra questão que foi motivo de muita discussão foi o livro do professor. Parece que mandaram fazer o manual do professor de acordo com o que o edital pedia. Estava escrito baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais, mas ao olhar o livro, não tinha nada daquilo. As pessoas da área técnica, da área dura, não tinham essa flexibilidade de entender, de relacionar o livro do aluno com o livro do professor. Até porque muitos colegas da área técnica, da ciência da química, nunca lidaram com livro de química do ensino médio, muitos nem sabiam que existia esse livro do professor. Havia a dificuldade de entender como aquilo que estava dito no livro do professor estava colocado no livro do aluno. Não podemos afirmar, mas estava evidente que aquele livro do professor foi escrito por outra pessoa que não escreveu o livro didático. Esse foi outro momento de tensão com as equipes de avaliadores. (avaliadora de LD)

Mônada 12

Construção do instrumento de avaliação

A indicação que nós tínhamos é que o instrumento de avaliação repetisse o conteúdo do edital e a organização dele, já que ele foi pensado em uma reunião onde os coordenadores da área de ciências se reuniram. Como todos da área de ciências estavam sobre a égide do mesmo edital, nós nos reunimos e fomos desenhando o formato que o instrumento de avaliação deveria ter. A ideia não era que o instrumento de avaliação fosse o mesmo e com o mesmo formato para todas as disciplinas, cada disciplina tem suas particularidades, mas dentro daquela área, que ele tivesse uma proximidade, até para evitar discrepâncias. Não pode ter critérios muito distintos para avaliar o livro de química e o livro de biologia. É interessante que as obras aprovadas sejam avaliadas com critérios que tenham certa proximidade, contemplando o que é específico, se não fica um processo muito frágil. (avaliador de LD)

Ressignificando as mônadas em busca de possibilidades de compreensão

Considerando a pluralidade de sentidos produzidos a partir das mônadas, passamos agora a apontar alguns aspectos suscitados com a leitura das narrativas dos autores e avaliadores dos livros didáticos. É importante ressaltar que os autores entrevistados são professores ligados à universidade e, há anos, contribuem para o ensino de química com pesquisas, publicações e orientações na área. Com isso, a própria elaboração do livro didático parece seguir a dinâmica da pesquisa (Mônada 6).

Entretanto, eles mesmos reconhecem que o desejável para um livro didático não está somente no meio acadêmico. Ao contrário, em alguns momentos, saberes acadêmicos pesam em desfavor do material. Apesar de a maioria dos avaliadores estar inserida na comunidade acadêmica, eles também relatam que outros elementos devem ser apropriados na avaliação (Mônada 9).

Antes de firmarem acordo com as editoras comerciais, autores narram suas experiências com editoras universitárias. Mesmo se configurando processos mais artesanais, os autores afirmam ter mais controle sobre a obra. Todavia, esse processo muda com a chegada das editoras comerciais. No início, são nítidas em suas falas as tensões no trato com a equipe editorial. Ao longo do processo, negociações vão sendo feitas, articulações acontecem. Discursos advindos dessas duas instâncias, autores e editoras, vão se reelaborando numa tentativa de tornar possível a convergência dos interesses desses grupos (Mônadas 2, 3 e 4).

Nesse processo, vale destacar na narrativa dos autores que, ao mesmo tempo em que eles tiveram que ceder na parceria com as editoras, elas também acabaram incorporando algumas demandas dos autores. Todavia, em outros momentos, a editora parece refratária aos argumentos e às solicitações dos autores, continuando com sua dinâmica própria de funcionamento como no caso das estratégias de divulgação. Contudo, apesar dessa tentativa de negociação, por vezes, a voz da editora parece se sobrepor a dos autores.

A participação do grupo editorial na produção do livro origina um texto recontextualizado, contudo, essas intervenções podem resultar em um material sem coerência. Alguns avaliadores levantaram essa questão, em suas falas, ao apontar que certas obras são maquiadas, ou seja, passam por pequenas mudanças para atender ao edital, são estratégias utilizadas pelas editoras na tentativa de tornar seu produto aceito e bem avaliado (Mônadas 10 e 11).

Pontos semelhantes são levantados por Amaral e Megid Neto (1997), em estudo no final dos anos 1990, quando apontaram que autores de livros didáticos procuravam incorporar conceitos e avanços educacionais na área de ciências somente nas páginas iniciais do material didático, tanto do livro do aluno quanto do manual do professor. Entretanto, grande parte dos textos do livro não sofria modificação alguma.

Além da participação do grupo editorial na produção do livro didático, professores da educação básica tiveram uma atuação marcante na elaboração do material, principalmente no início do processo. Com a fala dos autores, é possível perceber que o material surgiu de cursos de formação continuada para professores, com a colaboração desses profissionais. Entretanto, ao mesmo tempo em que as vozes desses professores são necessárias para legitimar material, por vezes, elas são aceitas com restrições por não possuírem o rigor conceitual necessário. Nessa dinâmica, os discursos desses professores vão sendo hibridizados ao discurso acadêmico (Mônada 1).

Na perspectiva de Ball e colaboradores (1992), a participação desses professores da educação básica no processo de elaboração do livro situa-se no contexto da prática, já que eles trazem suas experiências de sala de aula, incorporando-as ao material. Os professores que participaram da equipe de avaliação no PNLD, mesmo aqueles que trabalham com ensino de química na universidade, também trouxeram suas experiências com o livro didático vividas no ensino médio. Com isso, traços de um discurso híbrido vão se delineando nas narrativas, unindo o contexto da prática com o contexto de produção de textos no processo de avaliação (Mônadas 7 e 8).

Além das universidades, do grupo editorial, dos professores, outras instâncias permeiam a produção do livro didático. As exigências presentes no edital do MEC têm forte impacto na elaboração dos livros. Muitas das alterações realizadas nas obras didáticas foram originadas de demandas solicitadas pelo MEC. O número de volumes das obras, assim como a presença de objetos educacionais virtuais, foi solicitação do edital do PNLD.

Ao contrário da relação constituída entre autores e editoras, em que ambos os lados pareceram ceder em prol da elaboração do livro, num primeiro momento, parece-nos que há pouco espaço de negociação entre os autores e o MEC, haja vista que se o material não atende aos requisitos exigidos no edital, ele é excluído do processo. Os autores vão se apropriando dessas exigências, hibridizando essas demandas com seus princípios, com aquilo que eles acreditam ser necessário e proveitoso no material. Todavia, algumas exigências os fazem distanciar de suas crenças como é possível perceber na mônada 5.

Ao colocar o MEC como autor do livro, ou seja, uma instância com poderes de determinar critérios para a seleção do livro didático por meio do edital, deve-se lembrar de que a própria comunidade acadêmica participa do processo de elaboração do edital que rege o PNLD, que é decidido em reuniões com a participação de coordenadores de diversas disciplinas. Além disso, questões como contextualização, meio ambiente, diversidade cultural, itens avaliados no programa, há muito circulam e são valorizados nos meios acadêmicos (Mônada 12).

A partir da imersão nas narrativas dos avaliadores e autores dos livros didáticos, uma multiplicidade de sentidos é aflorada. Para o escopo deste trabalho, considerando a abordagem do ciclo de políticas, selecionamos alguns aspectos que julgamos necessário analisar. Entretanto, um dos efeitos singulares da narrativa é que ela seja continuada pelo outro, por isso, não foi nossa pretensão esgotar as potencialidades que essas narrativas trazem ao abordar o processo de elaboração e avaliação do livro didático. Ao contrário, esperamos contribuir para outras inquietações e problematizações a respeito do tema.

Considerações finais

Como dito anteriormente, não operamos com uma visão estadocêntrica da política, em que o Estado propõe medidas que são implementadas nas mais diversas instâncias. No caso das políticas educacionais, nessa visão verticalizada de política, ministério, governos e secretarias produzem leis, decretos e programas que são implementados nas escolas, fortalecendo a separação entre a teoria, presente nos documentos oficiais, e a prática, resultante da aplicação dessas teorias nos ambientes escolares. De encontro a esse modelo fortemente hierarquizado, consideramos ser profícuo compreender a política fazendo parte de um ciclo contínuo, em que diversos contextos participam de sua elaboração, tal qual proposto por Ball e colaboradores (1992). No caso específico das políticas voltadas para o livro didático, organizadas no PNLD, diversas são as instâncias que participam de sua produção como MEC, editoras, autores, comunidade acadêmica, alunos, entre outros.

O ciclo de políticas proposto por Ball e colaboradores (1992) compreende três contextos, que estão interligados e juntos produzem efeitos políticos, são eles: contexto de influência, de produção de texto e da prática. Inspirada nessa figura do ciclo, ousamos propor a imagem de uma rede como metáfora para compreender a dinâmica das políticas educacionais, em especial aquelas voltadas ao livro didático. No centro da rede (Figura 2), imaginamos o livro didático permeado pelas instâncias que são capazes de produzir efeitos no material que, como citado, são: MEC, grupos editoriais, autores, comunidade disciplinar, escola, alunos etc.

Para que essa rede seja uma metáfora possível para a política do livro didático, é preciso imaginá-la flexível e disforme. Isso se faz necessário, pois a cada instante, os discursos provenientes desses meios são recontextualizados e hibridizados, ganhando mais ou menos força, de acordo com os interesses dos grupos envolvidos.

Consideramos que essas instâncias estão em constante movimento entre os três contextos do ciclo de políticas, marcando e se deixando marcar pelos diferentes agentes, movidos por diversos interesses e jogos de poder. No caso da comunidade

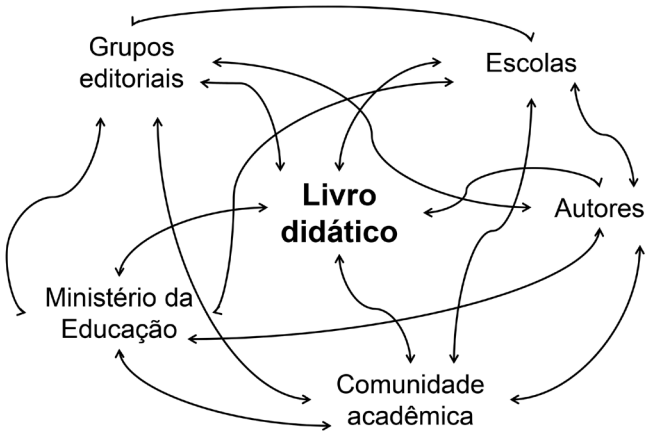


Figura 2: Diversas instâncias que compõem a política do livro didático.

acadêmica, por exemplo, ora ela participa iniciando discursos e disseminando ideias, elementos próprios do contexto de influência, ora produzindo artigos, materiais didáticos, pareceres e resenhas de obras, instrumentos de avaliação, editais etc., caracterizando o contexto de produção de textos. Além disso, a comunidade acadêmica, formada por pesquisadores e professores de diferentes níveis de ensino, que são atores de destaque nos ambientes escolares, atua também no contexto da prática.

Diante desse cenário, a produção do livro – desde sua escrita, até seu uso em salas de aula, passando pela editoração, avaliação e distribuição – está cercada por diversos contextos que podem ser incorporados em sua elaboração, a partir da recontextualização e hibridização dos discursos produzidos nesses meios. Com essa dinâmica, a autoria das políticas passa a ser plural: diversos sujeitos delas participam e a constroem. Com o objetivo de investigar os processos de elaboração e avaliação de materiais didáticos de química, retomamos nossas questões de investigação: Que tensões estão presentes nas políticas curriculares para o ensino de química no contexto dos programas de avaliação dos livros didáticos sob responsabilidade do MEC? Que efeitos são produzidos a partir das permeabilidades discursivas entre diferentes contextos da política?

A partir das narrativas dos sujeitos envolvidos no processo, foi possível perceber uma forte tensão no processo de negociação entre os autores da obra e o grupo editorial. Em alguns momentos, os discursos provenientes desses meios foram recontextualizados, considerando as duas instâncias envolvidas. Todavia, as narrativas dos autores apontam para situações em que a voz da editora parece prevalecer em alguns pontos da elaboração do material. Efeito parecido foi produzido com as exigências advindas do MEC que, por causa da parte jurídica e legal do processo, foram acatadas, não sem antes serem consumidas ou recontextualizadas pelos autores. A produção do livro com abordagem recursiva, citada por um dos autores, ilustra esse processo.

É relevante ressaltar que entre os discursos produzidos pelo MEC, é possível encontrar vozes da própria comunidade acadêmica, que participa do contexto de produção de textos no momento de elaboração do edital que rege o programa.

Ao mesmo tempo em que os discursos advindos da academia encontram permeabilidades na política do livro didático, outras vezes, não é desejável que essas vozes ecoem na elaboração e avaliação desses materiais como no caso da escrita e argumentação comumente utilizadas na comunidade acadêmica.

Apesar de a maioria dos professores entrevistados atuar no ensino superior, em suas falas, esses atores trazem as experiências vividas no contexto da prática, quando atuavam na escola básica, trazendo elementos dessas vivências na elaboração e avaliação dos livros.

Ainda em relação às experiências desses sujeitos narradores, não podemos deixar de destacar a história de vida desses atores como uma instância prenhe de ricas vivências que, ao longo do processo, vão se juntando a tantos outros discursos, deixando marcas visíveis e outras impossíveis de serem elencadas.

Para finalizar, por meio da pesquisa aqui realizada, percebemos potenciais caminhos para a investigação de processos envolvidos na política do livro didático que ainda podem ser explorados. Considerando o livro didático como um artefato cultural, produto híbrido de discursos oriundos de diversos contextos, outros meios podem ser investigados capazes de permear a elaboração do material didático. Algumas pistas para esses caminhos seriam a investigação dos documentos elaborados pelo PNLD a partir do contexto de produção de textos como editais, pareceres e resenhas do material avaliado. Outro caminho que consideramos potencial se refere ao contexto da prática, com a investigação dos usos que professores e, principalmente, alunos fazem desse material, sejam nas escolas ou em ambientes domiciliares em situações de estudo.

Referências

ABREU, R.G.; GOMES, M.M.; LOPES, A.C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.

AMARAL, I.A.; MEGID NETO, J. Qualidade do livro didático de ciências: o que define e quem define? *Ciências & Ensino*, Campinas, n. 2, jun. 1997.

BALL, S.; BOWE, R.; GOLD, A. *Reforming education and changing schools*: case studies in policy sociology. London: Routledge, 1992.

BENJAMIN, W. Infância em Berlim por volta de 1900. In: BENJAMIN, W. *Obras escolhidas II* – rua de mão única. 5. ed. São Paulo: Brasiliense, 1995.

_____. *Obras escolhidas* – Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura. 7. ed. São Paulo: Brasiliense, 1994.

BERNSTEIN, B. *A estruturação do discurso pedagógico*: classe, códigos e controle. Petrópolis: Vozes, 1996.

BRASIL. *Resolução n. 38 do Conselho Deliberativo do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação*, de 15 de outubro de 2003. Prevê a universalização de livros didáticos para os alunos do Ensino Médio público de todo país. Brasília, 2003. Disponível em:

<http://www.fnde.gov.br/fnde/legislacao/resolucoes/item/4256-resolu%C3%A7%C3%A3o-cd-fnde-n%C2%BA-38,-de-15-de-outubro-de-2003>. Acesso em: 02 set. 2013.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Ensino Médio. Brasília: MEC; SEMTEC, 1999.

_____. Decreto n. 91.542, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 20 de agosto de 1985. Seção 1, página 12178. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19-agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 02 set. 2013.

CERTEAU, M. *A invenção do cotidiano*: artes de fazer. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

FOUCAULT, M. *A ordem do discurso*. 22. ed. São Paulo: Loyola, 2005.

LOPES, A.C. *Currículo e epistemologia*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

_____. Discursos curriculares na disciplina escolar química. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 263-278, 2005a.

_____. Política de currículo: recontextualização e hibridismo. *Currículo sem Fronteiras*, v. 5, n. 2, p. 50-64, jul./dez. 2005b.

_____. Políticas curriculares: continuidade ou mudança de rumos? *Revista Brasileira de Educação*, maio/jun./jul./ago., n. 6, 2004.

MAINARDES, J. Abordagem do ciclo de políticas: uma contribuição para a análise de políticas educacionais. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 27, n. 94, p. 47-69, jan./abr., 2006.

PETRUCCI-ROSA, M.I.P.; RAMOS, T.A.; CORRÊA, B.R.; JUNIOR, A.S.A. Narrativas e mônadas: potencialidades para uma outra compreensão de currículo. *Currículo sem Fronteiras*, v. 11, n. 1, p. 198-217, jan./jun., 2011.

PETRUCCI-ROSA, M.I.P.; VARSONE, A.; RAMOS, T.A. Formação docente no ensino médio: táticas curriculares na disciplina escolar química. In: ROSA, M.I.P.; ROSSI, A.V. (Orgs.). *Educação química no Brasil:* memórias, políticas e tendências. Campinas: Átomo, 2008.

SILVA, V.S. Paul Ricoeur: por uma discussão da narrativa. *Revista Eletrônica Veredas da História*, ano 3, ed. 1, 2010. Disponível em: <http://veredasdahistoria.kea.kinghost.net/edicao3/art.5.pdf>. Acesso em: 30 set. 2013.