

química nova

NA ESCOLA



VOLUME 38

Nº 4, NOVEMBRO 2016

- 288 Os Tecidos e a Nanotecnologia
A. V. S. Gomes, N. R. V. Costa e N. D. S. Mohallem
- 297 Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente
I. C. Voos e F. P. Gonçalves
- 306 Os estágios e a formação inicial de professores: experiências e reflexões no curso de Licenciatura em Química da UEL
F. C. D. Broietti e E. L. Stanzani
- 318 A evolução da composição da atmosfera terrestre e das formas de vida que habitam a Terra
E. Galembeck e C. Costa
- 324 Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNLD 2012
A. R. L. Targino e J. O. Baldinato
- 334 Equívocos no Desenvolvimento e/ou aplicação de Objetos de Aprendizagem no ensino de química: um relato de experiência
H. R. Costa, A. L. P. Silva, J. B. de Lima e A. R. de Souza
- 342 Contextualizando a química com a educação sexual aplicada de forma transdisciplinar nas aulas de biologia
R. M. Ferreira, E. G. O. Z. Silva e D. A. M. Stapelfeldt
- 349 Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da Tabela Periódica
L. H. Ferreira, K. C. S. Correa e J. L. Dutra
- 360 O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural
H. S. Messeder Neto e E. F. de Moradillo
- 369 Representações Sociais da Química: como um grupo de estudantes da educação de jovens e adultos significa o termo "química"?
C. S. Pereira e D. B. Rezende
- 375 Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental
D. O. N. de Andrade, N. B. C. Branco e F. P. Gonçalves
- 383 Pinhão, Quirera e Tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de Química
E. A. da Rosa e M. Z. Scheleder
- 387 Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química
V. B. Gomes, R. R. da Silva e P. F. L. Machado

EDITORES

Paulo Alves Porto (IQ-USP)

Salete Linhares Queiroz (IQSC-USP)

CONSELHO EDITORIAL

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

Antônio 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 Lisboa (GEPEQ-USP - São Paulo, SP - Brasil)

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

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

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

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

Peter Fensham (QUT - Vitória, Austrália)

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

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

ASSISTENTE EDITORIAL

Giseli de Oliveira Cardoso

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

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

Endereço-e: sbqsp@iq.usp.brIndexada no *Chemical Abstracts*, *DOAJ*, *Latindex* e *EDUBASE*

Correspondência deve ser enviada para:

Química Nova na Escola

Caixa Postal 26037

05513-970 São Paulo - SP

Fax (11) 3814-3602

Endereço-e: qnesc@sbq.org.br

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes, 748

05508-900, São Paulo - SP, Brasil

Fone: (11) 3032-2299

Química Nova na Escola na internet:<http://qnesc.sbq.org.br>**Copyright © 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, microfílmicas ou quaisquer outras reproduções de natureza similar, inclusive traduções. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em bancos de dados ou transmitida sob qualquer forma ou meio, seja eletrônico, eletrostático, mecânico, por fotocópia, gravação, mídia magnética ou algum outro modo com fins comerciais, sem permissão por escrito da detentora do *copyright*.

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

diagramação/capa

Hermano Serviços de Editoração

Sumário/Contents

Química e Sociedade / Chemistry and Society

288 Os Tecidos e a Nanotecnologia

Fabrics and Nanotechnology

A. V. S. Gomes, N. R. V. Costa e N. D. S. Mohallem

Espaço Aberto / Issues/Trends

297 Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente

Assistive technology and chemistry teaching: reflections about the educational process of blind and teacher training

I. C. Voos e F. P. Gonçalves

306 Os estágios e a formação inicial de professores: experiências e reflexões no curso de Licenciatura em Química da UEL

Internships and initial formation of teachers: experiences and reflections in the degree in chemistry at UEL

F. C. D. Broietti e E. L. Stanzani

318 A evolução da composição da atmosfera terrestre e das formas de vida que habitam a Terra

Evolution of the Earth atmosphere composition and of the life forms on the planet

E. Galembeck e C. Costa

Conceitos Científicos em Destaque / Scientific Concepts Highlighted

324 Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNL D 2012

PNLD 2012 textbooks' historical approach to the periodic law

A. R. L. Targino e J. O. Baldinato

Relatos de Sala de Aula / Chemistry in the Classroom

334 Equívocos no Desenvolvimento e/ou aplicação de Objetos de

Misconceptions in development and/or application of Learning Objects on chemistry teaching: an experience report

H. R. Costa, A. L. P. Silva, J. B. de Lima e A. R. de Souza

342 Contextualizando a química com a educação sexual aplicada de forma transdisciplinar nas aulas de biologia

Contextualizing chemistry and sexual education in a transdisciplinary way in biology classes

R. M. Ferreira, E. G. O. Z. Silva e D. A. M. Stapelfeldt

Ensino de Química em Foco / Chemical Education in focus

349 Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da Tabela Periódica

Analysis of teaching strategies used for teaching the Periodic Table

L. H. Ferreira, K. C. S. Correa e J. L. Dutra

360 O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural

Games in Chemistry Teaching: Considerations from the Cultural Historical Psychology

H. S. Messeder Neto e E. F. de Moradillo

O Aluno em Foco / The Student in Focus

369 Representações Sociais da Química: como um grupo de estudantes da educação de jovens e adultos significa o termo "química"?

Social representations of chemistry: how a group of students of youth and adult education means the word "chemistry"?

C. S. Pereira e D. B. Rezzende

Experimentação no Ensino de Química / Practical Chemistry Experiments

375 Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental

Water treatment with a biodegradable coagulant: a proposal of experimental activity

D. O. N. de Andrade, N. B. C. Branco e F. P. Gonçalves

383 Pinhão, Quirera e Tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de Química

Brazilian-pine seeds, Quirera and Tapioca: from the shelves to work benches of chemistry laboratories

E. A. da Rosa e M. Z. Scheleder

Cadernos de Pesquisa/Research Letters

387 Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química

Production and evaluation of science communication texts by undergraduate chemistry students in teacher training courses

V. B. Gomes, R. R. da Silva e P. F. L. Machado

Perdas

Temos perdido muito ultimamente. Perdemos a ilusão de que os rumos da política seriam decididos nas urnas, pelo voto popular. Perdemos mais uma oportunidade de ver o país crescer, construir condições de vida dignas para a maioria da população e ser soberano. Assistimos a grupos, dentro e fora do aparato estatal, dentro e fora do país, golpear as instituições, usurpar o poder e trair as aspirações populares - defendendo interesses que certamente não são os nacionais. Perdemos parte de nossa humanidade com a escalada do discurso de ódio, da intolerância e da violação de direitos elementares, como o da presunção da inocência e à justa defesa nos processos judiciais. A cada dia, perdemos um pouco de nossa voz, com a criminalização dos movimentos sociais e a crescente violência promovida pelos aparatos de repressão do Estado contra qualquer manifestação que se oponha aos donos do poder.

No campo da educação, perdemos mais uma oportunidade de atacar os verdadeiros problemas: a Medida Provisória que trata do Ensino Médio, proposta sem qualquer discussão com a sociedade, ou não trará melhores resultados educacionais, ou irá piorar ainda mais um quadro que já é de penúria. Ao mesmo tempo, os donos do poder procuram ocultar o que não lhes interessa: o desempenho dos alunos das escolas federais no mais recente exame internacional PISA (que costuma ser utilizado como medida do fracasso do sistema educacional brasileiro) é bem superior à média nacional, e comparável ao de países mais desenvolvidos. Não por acaso, nos Institutos Federais os professores não são “horistas”, mas contratados em dedicação exclusiva, suas carreiras são valorizadas, as condições de trabalho são melhores que a média das escolas públicas, e seus salários, se não são comparáveis aos de professores de outros países, ao menos não são indignos. Também não por acaso, esses fatos não repercutem na grande mídia, que prefere repetir as falácias de pseudo-especialistas em educação - como a de que o gasto em educação, no Brasil, é comparável ao dos países mais desenvolvidos, em termos de porcentagem do PIB. Logo, os recursos estariam sendo mal empregados. Não é difícil desmascarar essa falácia: para que todas as escolas brasileiras tivessem a estrutura das escolas federais, em termos materiais e de valorização docente, teríamos que investir **mais** do que aqueles países, que já fizeram esse investimento no passado. Entretanto, como falar em maiores investimentos em educação, agora que o Congresso Nacional aprovou a emenda constitucional que congela os gastos públicos por vinte anos? Enfim, é preciso definir prioridades: os juros da dívida pública precisam ser pagos, conforme as leis do mercado, pois, do contrário, será o caos. Para os donos do poder, pessoas sem acesso à saúde e educação não são o caos. Afinal, a meritocracia há de garantir que quem

trabalhar mais e melhor terá acesso à saúde e educação. Por que se preocupar com quem não se esforçou o suficiente, não é mesmo?

Alguns de nós já perderam a esperança de ver o Brasil realizar seu imenso potencial. Nem todos, porém. Nas centenas de escolas e Universidades ocupadas por estudantes pelo país afora, muitos jovens ainda acreditam que as coisas podem ser diferentes. Ingenuidade, dirão alguns. Há que considerar, no entanto, que essa mesma juventude será a responsável pelo futuro do país, cabendo a ela criar as condições para que nosso destino não seja o de sermos eternamente subalternos.

Para nossa tristeza, a comunidade de educadores químicos brasileiros perdeu também um grande batalhador. No final do mês de outubro passado, nosso colega Wildson Luiz Pereira dos Santos nos deixou precocemente, aos 55 anos de idade. Professor da Universidade de Brasília, onde orientou 15 dissertações de mestrado e 7 teses de doutorado, Wildson contribuiu de muitas maneiras para a área de ensino de química. Entre 1993 e 1996, integrou a Diretoria da Divisão de Ensino de Química da SBQ. Além de dezenas de artigos e capítulos de livros, Wildson foi co-autor de livros didáticos de química - um dos quais recebeu, em 2001, o Prêmio Jabuti da Câmara Brasileira do Livro, na categoria *Livro Didático - Ensino Fundamental e Médio*. Para nós, a perda é particularmente sentida: entre 2007 e 2015, Wildson foi Editor de *Química Nova na Escola*, período em que a revista passou de dois para quatro números ao ano e experimentou crescente repercussão e impacto entre os educadores em química. Wildson foi um dos idealizadores e primeiro responsável pela seção *Cadernos de Pesquisa*, inaugurada em 2015. Wildson entendia que nossa comunidade já crescera em número e maturidade para ter uma revista dedicada exclusivamente à publicação de trabalhos de pesquisa, e a seção *Cadernos de Pesquisa* de *Química Nova na Escola* haveria de ser o embrião desse novo periódico. Em todos que o conheceram, o professor Wildson deixa a lembrança de gentileza, integridade e espírito de colaboração em prol dos bons ideais. Os atuais Editores de QNEsc se sentem honrados por haverem compartilhado a editoria desta revista com Wildson entre 2013 e 2015, e manifestam aqui sua gratidão por seus ensinamentos e pela convivência enriquecedora em tantos aspectos.

Dedicamos este número de QNEsc à memória do professor Wildson, e desejamos que seu exemplo sirva de inspiração a todos os educadores químicos brasileiros. Boa leitura!

Paulo Alves Porto
Salette Linhares Queiroz



Os Tecidos e a Nanotecnologia

Anne Velloso Sarmiento Gomes, Ney Róblis Versiani Costa e Nelcy Della Santina Mohallem

O desenvolvimento na área de materiais é algo crescente, pois cada vez mais se tem procurado produzir novos materiais que aliem praticidade, segurança e proteção no nosso dia-a-dia. Nesse contexto, um setor de destaque é a produção de tecidos, já que eles são empregados em diversas áreas abrangentes que vão desde a produção de roupas até ao setor aeroespacial. Apresentamos uma visão geral dos processos químicos envolvidos na fabricação de um tecido e o quanto a nanotecnologia vem contribuindo para a produção dos chamados tecidos inteligentes. Dessa forma, o emprego de nanopartículas pode agregar valor aos materiais têxteis de forma mais ecologicamente correta. Ao longo do texto foram apresentadas explicações simplificadas sobre a atuação de algumas nanopartículas agregadas às fibras.

► têxteis, tecidos inteligentes, nanotecnologia ◀

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

Historicamente, os primeiros indícios da existência de tecidos datam de mais de 24 mil anos, e foram encontrados em países do Leste Europeu, indicando assim a presença da tecelagem no Período Paleolítico (Pezzolo, 2007). As primeiras matérias primas usadas eram de origem natural, sendo as mais importantes o linho, a lã, a seda e o algodão (Costa *et al.*, 2000). Atualmente, os tecidos são indispensáveis em nosso cotidiano na forma de roupas, roupas de cama, mesa e banho, uniformes, e podem ser utilizados em carros, ônibus, aviões, coletes salva vidas e até mesmo em coletes à prova de balas.

Também no Brasil os índios já usavam o algodão. Pero Vaz de Caminha relatou em sua carta para o rei D. Manuel I (1500) a presença de tecidos de algodão na terra recém-descoberta. Nesse documento, ele escreveu que um “pano” era empregado em redes, faixas e revestimentos de flechas. O “Relato do Piloto Anônimo”, outro documento escrito por um tripulante da expedição de Cabral, em 1500, também relata a presença dessas redes de algodão (Costa *et al.*, 2000).

Até hoje, as fibras naturais são muito utilizadas na indústria, sendo a do algodão a que possui maior destaque. Ele é uma preferência entre os jovens, já que compõe as camisetas e as calças jeans. Então, seja ele na forma de malha no caso das camisetas, ou como brim no caso das calças jeans, em ambos os casos o algodão pode ser utilizado na forma pura ou na forma mista. Nesta última, o tecido possui mais de um tipo de fibra na sua composição. Nesse caso, as fibras utilizadas em sua produção não perdem suas características, mas ao serem misturadas adquirem propriedades físico-químicas que não seriam alcançadas de maneira individual. Ao olhar a etiqueta de composição de uma calça jeans, por exemplo, é possível saber se o tecido utilizado encontra-se na forma mista ou pura. Uma calça pode conter etiquetas como: 100% algodão, ou 98% algodão e 2% elastano (poliuretano), ou até mesmo 78% algodão, 20% poliéster e 2% elastano. Existem, portanto, outras classes de fibras, além das naturais, que serão apresentadas ao longo deste artigo.

Preparação das fibras e fiação

O ponto de partida da fabricação de um tecido consiste na escolha das fibras, seguido da forma de tramar os fios, passando pelos acabamentos de tinturaria, estamparia e por fim

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.

pelos processos de preparação final. A química está presente na preparação de algumas fibras e em muitos acabamentos. Para entender melhor o processo químico presente na etapa inicial de produção dos tecidos, considere inicialmente a seguinte classificação das fibras.



Figura 1: Classificação das fibras.

Como mostra a Figura 1, existem três categorias principais de fibras: naturais, artificiais e sintéticas, que englobam grande parte das utilizadas no mercado de acordo com seus métodos de obtenção e suas formas de produção. Imagens de alguns tipos de fibras obtidas por microscopia eletrônica de varredura podem ser visualizadas na Figura 2.

As fibras naturais são de origem animal ou vegetal, ou seja, são extraídas da natureza e podem ser usadas na fabricação de tecidos sem ter que passar por reações químicas de síntese ou de modificações estruturais. Algumas delas são partes integrantes de folhas, de caules, de sementes, de frutos, mas também podem ser produzidas por animais, como a lã, que é o pelo de carneiro. Elas podem até mesmo ser obtidas a partir de casulos produzidos por lagartas (seda). A seda, a lã e a crina são exemplos de fibras de origem animal, e o algodão (frutos), o linho (caule), a juta (caule) e o sisal (folhas) são exemplos de fibras de origem vegetal (Pezzolo, 2007).

Para o processo de fiação das fibras naturais, mostramos

na Figura 3 um exemplo detalhado do que ocorre no processo industrial de fiação do algodão.

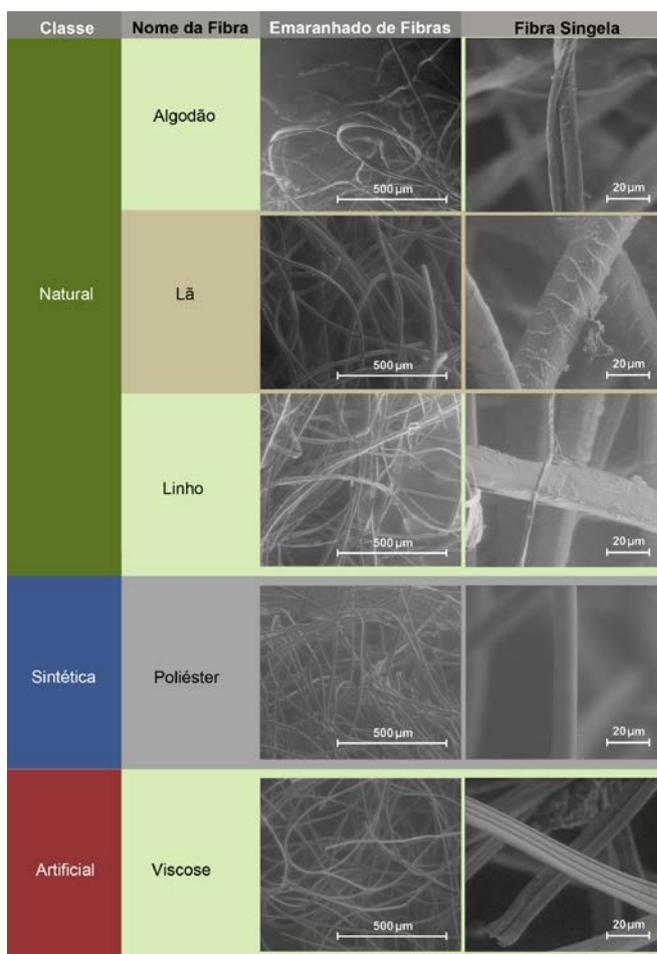


Figura 2: Imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura de vários tipos de fibras.

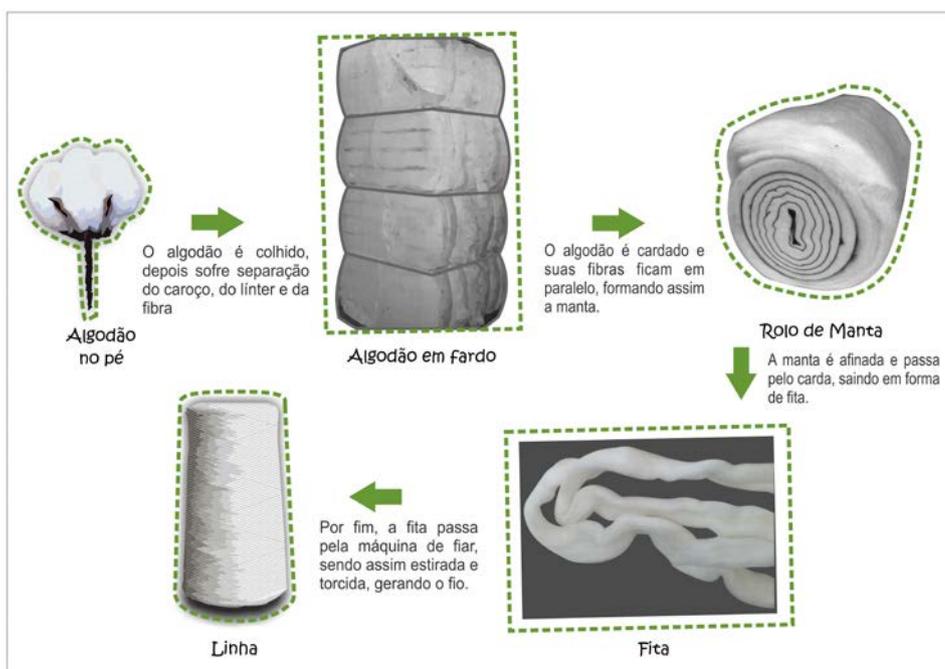


Figura 3: Rota da fiação do algodão.

As fibras artificiais produzidas no Brasil são obtidas por meio da utilização da celulose encontrada na pasta de madeira, ou em fibras curtas restantes na semente do algodão (Costa *et al.*, 2000, Salem, 2010). A celulose é tratada com diversos agentes químicos que variam de acordo com o fio que se deseja produzir. Esses tratamentos geram resinas como produtos, que em seguida passam por um processo de extrusão. Esse processo consiste em pressionar a resina através de furos finíssimos numa peça denominada fieira (Aguiar Neto, 1996). Para explicar o processo de extrusão usando um exemplo do nosso cotidiano, basta pensar em como o macarrão é feito: à medida que se pressiona uma massa por orifícios pequenos (Figura 4), ela vai saindo pelos buracos em forma de um fio fino do tipo espaguete. O mesmo ocorre com a resina das fibras artificiais: primeiro é feita a resina, e depois o fio é fabricado. Acetato e viscose são exemplos de fibras artificiais (Costa *et al.*, 2000).

Para se ter uma visão geral do processo, mostra-se aqui o caso da viscose de maneira simplificada. A produção tem início com lâminas de celulose sendo imersas em um banho

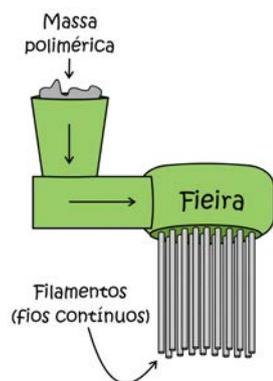


Figura 4: Transformação da massa polimérica em fio.

com soda cáustica. Por meio dessa reação é produzida a álcali-celulose, que em seguida é submetida à moagem e à sulfurização. A sulfurização consiste em um tratamento com bissulfeto de carbono (CS_2) que tem como produto uma resina - solução coloidal viscosa - denominada xantato de celulose. O xantato é misturado ao ácido sulfúrico para que haja a regeneração da celulose e, ao mesmo tempo, esta passa pelo processo de extrusão dando origem ao fio (Salem, 2010, Aguiar Neto, 1996). A Figura 5 mostra as reações químicas descritas.

As fibras sintéticas têm sua origem a partir da síntese de polímeros, os quais são fabricados a partir de pequenas moléculas orgânicas, derivadas do petróleo (Aguiar Neto, 1996, Callister Jr, 2012). Pode-se exemplificar, de maneira simplificada, com a produção do poliéster. Um dos métodos utilizados para a fabricação desse polímero é a reação entre o ácido tereftálico (um ácido dicarboxílico) e o etilenglicol (um diálcool) (Wan *et al.*, 2001). Nesse caso, ocorre uma reação de adição com perda de água (Figura 6), chamada de reação de policondensação (Salem, 2010). A produção dos fios sintéticos é análoga à utilizada para os artificiais, ou seja, a resina preparada passa pelo processo de extrusão. Alguns exemplos de fibras sintéticas são o poliéster, o polipropileno, o nylon, o acrílico e o elastano (Costa *et al.*, 2000).

Cada fibra produzida pelos diversos processos possui características que a difere das demais. As principais características são: taxa de amarramento (resiliência), permeabilidade ao vapor de água (absorção e troca de umidade) e resistência à tração (tenacidade). Essas características são determinantes para a escolha da fibra adequada à aplicação desejada.

Pensando nessas características, um fato histórico interessante é que as fibras sintéticas e as artificiais - as chamadas fibras químicas - surgiram para substituir as naturais. Uma das justificativas para o desenvolvimento de fibras químicas

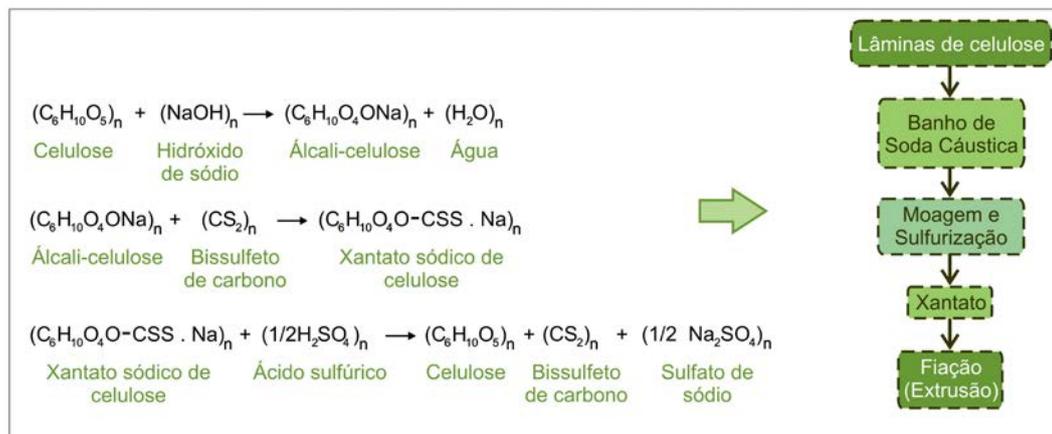


Figura 5: Fabricação e fiação da viscose.

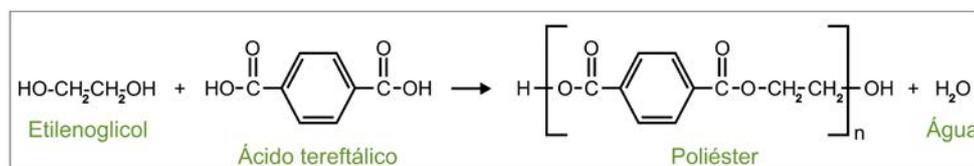


Figura 6: Reação de formação do Poliéster a partir do ácido tereftálico e do etilenglicol.

seria a escassez de matéria prima natural e, além disso, algumas características como tenacidade e resiliência nem sempre eram alcançadas no grau desejado (Pezzolo, 2007). O fato é que ainda não se consegue, na indústria, produzir uma fibra química que seja idêntica a uma natural. A principal reclamação, por parte dos consumidores, é a baixa permeabilidade ao vapor de água, que causa uma sensação de desconforto, pois o suor fica retido entre a pele e o tecido. A baixa taxa de troca de umidade pode causar em um consumidor que está usando uma camisa 100% *nylon* uma sensação de abafamento, assim como mau cheiro, podendo levar até mesmo à proliferação de fungos na pele. Um exemplo famoso é a chamada camisa “Volta ao Mundo”, muito popular nas décadas de 60 e 70 (Villas, 2014). Embora na época ela tenha sido muito valorizada pelo fato de não precisar ser passada, apresentava o grande problema de possuir uma baixa taxa de permeabilidade ao vapor de água (Villas, 2006).

Na mesma época, o que havia de mais moderno para as calças masculinas era o tergal, ou melhor, um tecido que era 100% poliéster, ou um misto entre o poliéster e outra fibra (Casa Pinto, 2014, Villas, 2014). Um *slogan* muito famoso era o “senta levanta, senta levanta” do tecido *Nycron* - 100% poliéster fabricado pela empresa Sudantex (Costa *et al.*, 2000, Villas, 2014). Em suas propagandas, o fabricante ressaltava que as calças de *Nycron* dispensavam o ferro de passar e tinham um vinco permanente. Pode parecer estranho pensar que eram uma inovação os tecidos que dispensavam o uso do ferro de passar. Se isso hoje é algo comum, nas décadas de 1960 e 1970 representou um marco importante para as mulheres, já que, por meio desses tecidos, elas se viam livres da tarefa doméstica de passar roupas (Villas, 2014).

Para solucionar alguns dos problemas relacionados com as fibras químicas, uma das soluções encontradas foram os tecidos mistos, misturando-se fibras naturais com outros tipos de fibras (Pezzolo, 2007). Porém, essa não é a única solução. Além dela, as chamadas microfibras são muito usadas pela indústria e se aplicam aos tecidos que utilizam como matéria prima as fibras sintéticas. As microfibras possuem a mesma estrutura química das fibras artificiais e sintéticas comumente usadas, mas, diferente das tradicionais, possuem um diâmetro bem menor (Salem, 2010). Essa variação no diâmetro gera uma melhora nas características que estão relacionadas diretamente com a sensação de conforto. Embora essas fibras sejam consideradas as vilãs do mercado

da moda, pois apresentam baixa absorção e troca de umidade, elas são sem dúvida bem aceitas em áreas como a produção de paraquedas e na construção civil, como, por exemplo, na produção de telas ou membranas arquitetônicas e estruturas pneumáticas (Fibrenamics, 2014).

Tecelagem

Após a escolha da fibra e a confecção do fio, começa a fase de produção do tecido, sendo necessário escolher a forma de tramar os fios. Em princípio, pode-se pensar que o processo de tramar os fios é algo puramente mecânico. Porém, a forma como o material - neste caso, os fios - está organizado vai influenciar em algumas escolhas de acabamentos envolvendo agentes químicos.

Considerando a forma como os fios são tramados, há duas classificações gerais: tecido plano e malha. A diferença básica entre as duas é que na primeira a maneira como os fios se entrelaçam faz com que não haja mobilidade quando o tecido sofre algum tipo de estiramento. Em contrapartida, a segunda é resultado de um fio ou mais que são entrelaçados, sem laçadas fixas, permitindo assim que o tecido possa esticar ao sofrer estiramentos (Pezzolo, 2007).

Aprofundando um pouco mais em tecidos planos, chega-se às armações fundamentais: tafetá, sarja e cetim (Figura 7). A diferença entre as propriedades físicas dessas armações vai influenciar em seu emprego e na escolha de acabamentos químicos finais. O tafetá é semelhante a um tabuleiro de xadrez. Nele, os fios da largura do tecido (trama) estão entrelaçados aos do comprimento (urdume) sendo um por cima e o outro por baixo. Essa forma homogênea do tecido faz com que ele seja mais resistente em comparação aos outros tipos de armação. Já a sarja possui um salto entre os fios da trama e do urdume, formando um padrão de diagonal, permitindo assim menor aderência da sujeira e maior facilidade de limpeza. No cetim, por sua vez, o salto entre os fios é maior, não formando um padrão de diagonal. Esse maior salto garante um brilho característico, que é resultado da reflexão da luz que incide sobre os fios.

Beneficiamentos têxteis

Após a etapa de tecelagem, para que o tecido chegue às mãos do consumidor com as características desejadas é

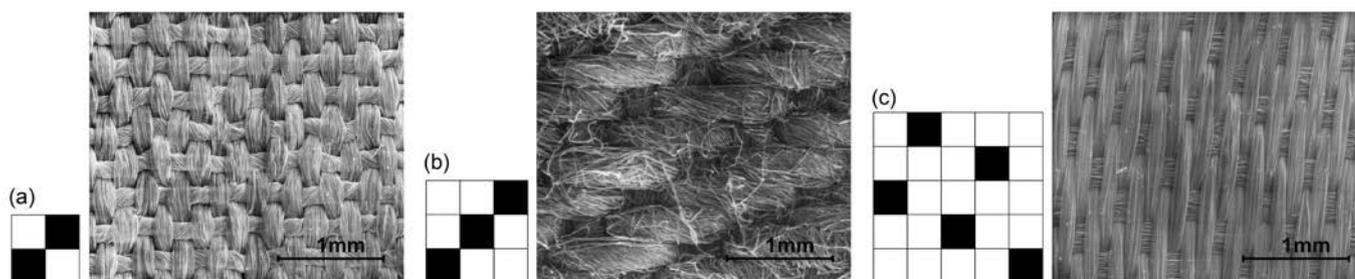


Figura 7: Desenho esquemático e imagens por microscopia eletrônica de varredura das armações fundamentais: (a) tecido 100% seda com armação tafetá, (b) tecido 100% algodão com armação sarja e (c) tecido 100% poliéster com armação cetim.

necessária a sua passagem por setores que irão empregar acabamentos adequados. Vale ressaltar que esses acabamentos estão relacionados ao pré-tingimento, ao tingimento e ao pós-tingimento, e que, portanto, não estamos levando em consideração que o tecido possa ter sido tramado com fios tintos (tingidos).

Em geral, os acabamentos aplicados aos tecidos estão divididos em três categorias: acabamentos primários, secundários e terciários. Os acabamentos primários são empregados antes dos processos de tinturaria e estamparia, sendo os mais utilizados: a escovagem, a navalhagem, a chamuscagem, a mercerização (no caso do algodão), o alvejamento e o branqueamento óptico (Juliano e Pacheco, s.d.). Os secundários envolvem a aplicação de corantes na tinturaria e de pigmentos na estamparia. Nesse caso, os corantes empregados variam de acordo com os tipos de fibras que constituem o tecido, sendo utilizado o corante direto, o corante disperso, o corante índigo, o corante ácido, o corante reativo, dentre outros. Já a estamparia pode ser realizada com a utilização de diversas técnicas: quadro, cilindro rotativo, batik, transfer, estamparia digital, etc. (Pezzolo, 2007). Por último, os acabamentos terciários são os que modificam as características físico-químicas do substrato (tecido) após os tratamentos de tinturaria e estamparia. Como exemplos desses acabamentos temos a calandragem, a flanelagem, o lixamento, a sanforização, os amaciantes, os acabamentos impermeabilizantes, a aplicação de nanopartículas, dentre outros (Juliano e Pacheco, s.d.).

A nanotecnologia

A utilização de partículas muito pequenas, as nanopartículas - da ordem de 10^{-7} m a 10^{-9} m - é um recurso empregado para solucionar problemas e agregar valores aos artigos têxteis (Costa, 2012, Ferreira *et al.*, 2014). As nanopartículas podem ser aplicadas desde a fabricação das fibras, quando se trata de fibras químicas, até nos acabamentos, com grande abrangência (Sánchez, 2006).

Ao se pensar em tecidos inteligentes, pode-se lembrar de que agora existem tecidos capazes de matar bactérias, minimizar ou acabar com o mau odor, liberar perfumes e cremes na pele, aplicar medicamentos, mudar de cor com a variação da temperatura, repelir sujeira, repelir vetores (mosquitos), proteger da radiação UV, apresentar ação hidrofóbica, repelir óleos e gorduras, ser retardante de chamas, dentre outros (Ferreira *et al.*, 2014, Perera *et al.*, 2013, Sánchez, 2006).

Muitos desses novos tecidos, ou tecidos inteligentes, têm como diferencial a presença de nanopartículas. Porém, elas não são o único recurso empregado. As microcápsulas e os microeletrônicos estão sendo também utilizados. Um exemplo são os tecidos que possuem microcápsulas de cosméticos, que na prática liberam um cosmético para a pele do usuário por meio da fricção do tecido ou por biodegradação. No caso dos microeletrônicos, a miniaturização desses componentes torna os tecidos capazes de, ao receber estímulos, produzir reações, como por exemplo, os uniformes de soldados

com fibra ótica integrada ao tecido para o monitoramento remoto. Tecidos com essas propriedades mostram que o mercado atual não está somente voltado para a roupa como mudança corporal estética, mas vem buscando solucionar problemas do cotidiano. A moda e a ciência se aliaram para atuar também em prol da proteção, conforto, saúde e segurança no trabalho, facilitando a vida de quem estuda e trabalha (Ferreira *et al.*, 2014, Sánchez, 2006). Daremos a seguir alguns exemplos envolvendo a produção de tecidos inteligentes por meio do emprego de nanopartículas.

Tecidos retardantes de chamas

Os tecidos conhecidos por serem capazes de retardar chamas são muito importantes na composição de artigos de proteção, tais como os uniformes utilizados pelo corpo de bombeiros e o revestimento de áreas suscetíveis ao fogo.

Na história desses acabamentos, a chamada “era de ouro” dos retardantes de chamas ocorreu entre as décadas de 1950 e 1980. Os primeiros acabamentos desse tipo foram desenvolvidos durante a Segunda Guerra Mundial, a fim de promover mais segurança pessoal. Porém, depois da Segunda Guerra, outros fatores impulsionaram o desenvolvimento desses acabamentos, tais como o desenvolvimento de indústrias fabricantes de fibras sintéticas e a chegada do homem à Lua (1969). Para a proteção dos astronautas, foi primordial o uso de fibras que fossem mais resistentes ao fogo, uma vez que a atmosfera das cápsulas espaciais é muito rica em oxigênio. Nesse mesmo período, outro acontecimento histórico importante foi a Guerra Fria. Durante a corrida armamentista, foram desenvolvidas por Ed Weil, da empresa *Stauffer Chemicals*, pesquisas de acabamentos retardantes de chamas a partir de compostos contendo fósforo, cujos produtos resultantes foram patenteados. Porém, no início da década de 1980, houve uma diminuição brusca na produção científica envolvendo tais materiais retardantes, já que se descobriu que muitos dos materiais desenvolvidos à base de compostos contendo fósforo apresentavam riscos à saúde por serem tóxicos ou carcinogênicos (Horrocks, 2011).

O grande desafio em relação aos acabamentos retardantes de chamas encontra-se nos materiais utilizados para sua obtenção, que, muitas vezes, geram forte impacto ambiental. Quando o substrato utilizado é de algodão, em muitos casos é empregado formaldeído na produção do retardante; já para revestimentos em tecidos usados em decoração são comumente utilizados retardantes à base de bromo. Uma solução que vem sendo empregada para diminuir os problemas ambientais está na aplicação de nanopartículas durante o processo de fabricação de fibras sintéticas, porém ela não abrange todas as aplicações desses acabamentos (Horrocks, 2013).

Para a confecção de trajés de proteção individual, a fibra mais usada é o algodão, porque quando a fibra pura entra em contato com o fogo ela queima, restando cinzas. Como exemplo prático, temos os jalecos ou aventais utilizados

na proteção individual por profissionais que trabalham em laboratórios de química. Nesse contexto, quando o jaleco é de algodão, ao entrar em contato com o fogo ele queima, mas o profissional que o está utilizando consegue removê-lo, mesmo que sofra queimaduras. Em contrapartida, as fibras sintéticas são polímeros termoplásticos, que em altas temperaturas sofrem fusão. Utilizando o exemplo anterior, caso o jaleco usado seja de poliéster, ele vai derreter e aderir sobre a pele do profissional, provocando queimaduras graves. (Ferreira Junior e Peixoto, 2013).

Retomando as técnicas atuais utilizadas para produção de tecidos retardantes de chamas, uma delas é o uso de recobrimentos contendo nanopartículas de sílica em tecidos de algodão (Figura 8), que tornam o substrato menos inflamável (Laufer *et al.*, 2011).

Como visto anteriormente, o algodão, ao entrar em contato com o fogo, causa menos danos do que as fibras sintéticas. Porém, o algodão puro não é capaz de retardar as chamas; por isso, seu uso sem acabamentos com essa propriedade acaba por se limitar à utilização em práticas que não possuem risco iminente de fogo. Portanto, seria impensável a utilização de um tecido 100% algodão sem acabamento retardante de chamas para a confecção de um uniforme para o corpo de bombeiros, por exemplo. Assim, a utilização de camadas contendo nanopartículas de sílica pode ser utilizada para retardar a queima do algodão. Essas nanopartículas criam uma barreira física na fibra, diminuindo seu contato com o meio, o que ocasiona uma diminuição na capacidade do substrato pegar fogo (inflamabilidade). Vale ressaltar que esse é um acabamento mais correto do ponto de vista ecológico, em comparação aos métodos tradicionais citados anteriormente (Laufer *et al.*, 2011).

No caso das fibras químicas, a incorporação de nanopartículas com a finalidade de tornar o tecido retardante de chamas pode ocorrer no processo de extrusão. A utilização de nanopartículas de argila vem sendo estudada para esse fim, uma vez que sua adesão durante a formação do fio gera um aumento na tenacidade e no ponto de fusão das fibras. (Horrocks, 2013). Uma possível justificativa para esse fato é que a presença desse material inorgânico, que possui um alto ponto de fusão, acaba por elevar o ponto de fusão da

fibra modificada, ou seja, do composto fibra polimérica e nanopartículas de argila, no caso das fibras sintéticas.

Tecidos Bactericidas

A roupa é uma barreira que separa nosso corpo do ambiente (Ferreira *et al.*, 2014), suportando variações de umidade e temperatura durante todo o dia. Essas variações podem criar sobre a superfície do tecido, ou sobre o nosso corpo, um ambiente favorável à proliferação de fungos e bactérias (Perera *et al.*, 2013).

As fibras que constituem o tecido, sejam elas naturais ou sintéticas, podem favorecer a proliferação de microrganismos que podem causar danos tanto à nossa saúde, como às nossas roupas. No caso das fibras naturais, que são hidrofílicas, elas podem criar um ambiente favorável para o alojamento de microrganismos. Isso ocorre porque a umidade proveniente do ambiente ou do suor fica retida no tecido. Portanto, a presença de bactérias e fungos pode gerar mau odor, manchas e até mesmo podridão nos tecidos. Em contrapartida, as fibras sintéticas, na sua grande maioria, são hidrofóbicas e sua taxa de troca de vapor de água é muito baixa. Dessa forma, elas favorecem a permanência do suor no corpo e facilitam a propagação dos microrganismos pela pele. As meias e as roupas íntimas feitas com esses materiais criam, na pele de quem as usa, um ambiente favorável para micoses, por exemplo (Perera *et al.*, 2013). Nesse contexto, tornou-se necessário o desenvolvimento de tecidos que fossem capazes de eliminar ou de impedir o desenvolvimento e a reprodução de microrganismos (Gao e Cranston, 2008).

Um recurso que vem sendo amplamente usado para essa finalidade consiste na utilização de nanopartículas constituídas de materiais inorgânicos (Perera *et al.*, 2013). Alguns exemplos são a utilização de materiais como: cobre, zinco, cobalto, ouro, dióxido de titânio, óxido de zinco e prata (Gao e Cranston, 2008, Perera *et al.*, 2013). Para isso podemos citar dois dos métodos utilizados na incorporação dessas partículas ao tecido: um é a adição das nanopartículas durante a extrusão das fibras sintéticas, e o outro é a incorporação de nanopartículas durante os processos de

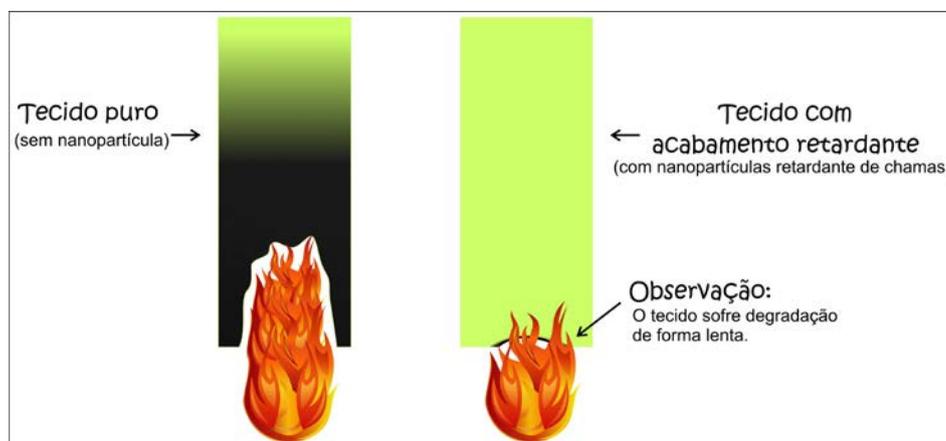


Figura 8: Teste de inflamabilidade em tecidos com e sem nanopartículas retardantes de chamas.

acabamento utilizando, por exemplo, o método sol-gel (Gao e Cranston, 2008).

Sem dúvida, o material que merece maior destaque em aplicações antimicrobianas é a prata, pois é o mais utilizado para incorporar nos tecidos essa função (Gao e Cranston, 2008). As nanopartículas de prata possuem, comprovadamente, atividade contra uma grande variedade de microrganismos, uma vez que apresentam grande área superficial, aumentando assim o contato com os microrganismos. Dessa forma, elas acabam por promover a inibição do crescimento e do desenvolvimento dos organismos patogênicos (Kulthong *et al.*, 2010, Perera *et al.*, 2013). Existem dois mecanismos propostos para justificar a atividade bactericida da prata. No primeiro, as nanopartículas desse material agiriam de maneira a danificar uma ou mais organelas essenciais presentes nesses organismos. Já segundo o outro mecanismo, as nanopartículas danificariam a parede celular (Figura 9), também essencial aos microrganismos (Gao e Cranston, 2008). Apesar de sua grande eficácia, o uso de nanopartículas de prata em tecidos e produtos hospitalares no Brasil ainda não foi aprovado pela Anvisa, por tratar-se de uma nova tecnologia ou produto. As nanopartículas de prata atuam principalmente como liberadoras de íons de prata, e vêm sendo usadas há mais de um século nos potes de barro para armazenamento de água potável, após sua introdução por Roberto Hottinger, Professor da Escola Politécnica de São Paulo e sanitarista, no tratamento da água para consumo doméstico. Além disso, a prata é o elemento de destaque nas pratarias que enobrecem a nossa mesa, e com certeza liberam muito mais prata na água de lavagem do que os tecidos antibacterianos e materiais hospitalares. Mesmo assim, esses produtos ainda não foram aprovados para uso nos hospitais brasileiros, onde o risco de infecção continua crescente, e em níveis alarmantes.

Hoje esse acabamento possui grande funcionalidade para tecidos que estão em contato com áreas mais suscetíveis a transmissões de microrganismos patogênicos, ou que estão expostos a grandes variações de umidade e temperatura. No primeiro caso podemos citar os jalecos, os pijamas, os aventais, as toalhas, os lençóis e os demais tecidos utilizados em hospitais (Perera *et al.*, 2013). No segundo caso temos: carpetes, cortinas de banheiros, barracas, tapetes, revestimentos de colchões, lonas, meias, revestimento de sapatos, roupas esportivas e moda íntima (Gao e Cranston, 2008, Perera *et al.*, 2013).

Tecidos com proteção UV

Outra importante aplicação, visando o uso cotidiano, são os tecidos capazes de nos proteger contra a radiação solar. A roupa do nosso dia-a-dia não se constitui em uma barreira eficiente contra a radiação solar: os tecidos sem nenhum acabamento específico contra as radiações emitidas pelo sol fornecem uma proteção que é insuficiente, uma vez que os materiais têxteis em muitos casos permitem a passagem da radiação UV para a nossa pele (Tarbuk, *et al.*, 2010).

A proteção contra a radiação UV, em um têxtil, é resultado de inúmeros fatores, dentre os quais, o tipo de fibra, a umidade presente na fibra, a densidade do tecido, a forma como os fios foram tramados (a armação escolhida), a tensão na tecelagem, e os pigmentos ou corantes presentes (Sánchez, 2006, Tarbuk, *et al.*, 2010). Sabe-se que a exposição à radiação UV em longo prazo pode causar danos à nossa pele e aos tecidos de nossas roupas. No caso de nossa pele pode levar a manchas, queimaduras e, em casos mais graves, é uma das principais causas de câncer de pele (Saravanan, 2007, Tarbuk *et al.*, 2010). A radiação UV também é responsável por degradar fibras têxteis e causar alterações em diversas propriedades desses materiais. Um exemplo é o *nylon* que, ao sofrer exposição aos raios ultravioleta, acaba sofrendo diminuição de propriedades como tenacidade e elasticidade, ficando quebradiço e sofrendo degradação mais rapidamente (Saravanan, 2007).

Nesse contexto, um material que tem grande destaque na confecção de tecidos com proteção solar são as nanopartículas de dióxido de titânio (TiO_2) (Figura 10). O TiO_2 é conhecido por apresentar uma excelente atividade fotocatalítica, por ser biocompatível, não tóxico, apresentar propriedades antimicrobianas e proteção UV, dentre outras (Radetic, 2013).

Grande parte das metodologias propostas para aplicação das nanopartículas de TiO_2 estão relacionadas ao método sol-gel, no qual uma solução coloidal é preparada e aplicada no tecido. Um mecanismo proposto para a ligação das fibras com o dióxido de titânio é o estabelecimento de ligação entre o átomo de titânio e os grupos carboxílicos presentes em algumas fibras (Radetic, 2013).

Porém, o mecanismo mais interessante é o que procura explicar a forma como as nanopartículas de dióxido de titânio são capazes de nos proteger dos raios solares. Uma observação experimental é que o TiO_2 apresenta boa absorção das

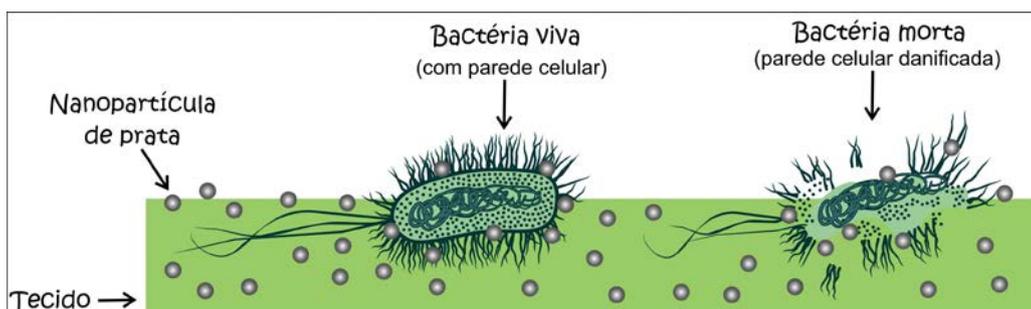


Figura 9: Tecido com nanopartículas de prata e ação bactericida.

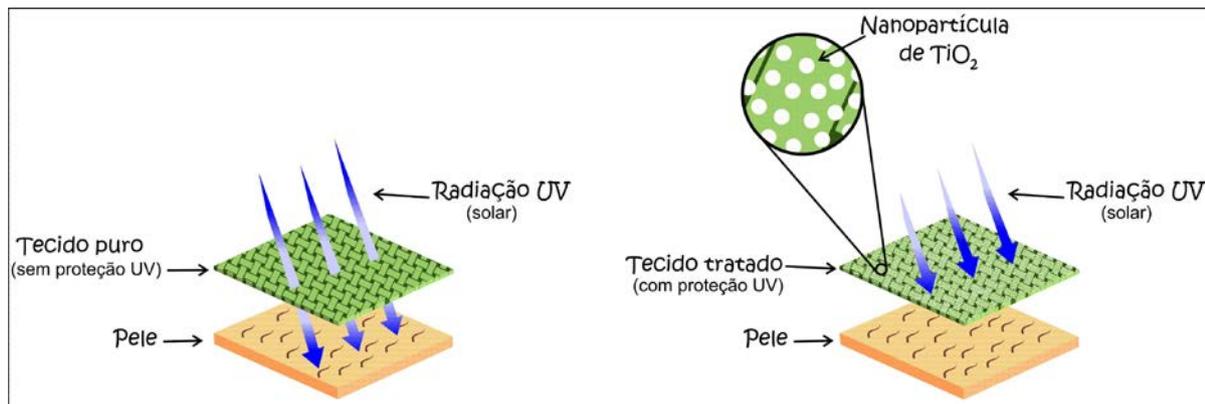


Figura 10: Tecidos com e sem proteção contra radiação UV.

radiações UV. Sendo assim, ao absorvê-las, impede que as mesmas danifiquem os tecidos de nossas roupas e a nossa própria pele (Saravanan, 2007). O dióxido de titânio também apresenta propriedades semicondutoras, promovendo a formação de cargas elétricas sob estímulo luminoso, e dessa forma pode levar à degradação dos materiais orgânicos em sua superfície, bem como a formação de espécies ativas de oxigênio, com atividade antibacteriana.

O uso desse acabamento vem sendo amplamente pesquisado, pois cada vez mais há uma crescente preocupação com a radiação ultravioleta emitida pelo sol, uma vez que estamos mais expostos a ela, devido aos problemas relacionados com a camada de ozônio (Sánchez, 2006). Dessa forma, os acabamentos com nanopartículas podem ser uma alternativa mais ecológica e menos tóxica. Além disso, é mais prática a utilização de roupas que apresentam um acabamento com proteção solar, pois com a utilização dessas, diminuem-se as áreas de risco e de exposição que necessitam da aplicação de protetores solares diretamente na pele.

Considerações Finais

Procuramos, neste artigo, oferecer uma visão geral de quais são os processos envolvidos na fabricação de um tecido e como os mesmos evoluíram. Foi possível observar o quanto a química está presente, seja na fabricação das fibras - no caso das chamadas fibras sintéticas - e nos acabamentos - sejam eles primários, secundários ou terciários. Observamos que a nanotecnologia vem se tornando uma ferramenta importante

no desenvolvimento dos chamados tecidos inteligentes, como, por exemplo: tecidos capazes de retardar chamas, ou com a capacidade de matar bactérias, e até mesmo tecidos que são capazes de nos proteger da radiação UV emitida pelo Sol. Apresentamos, de maneira geral e sucinta, como algumas nanopartículas atuam na superfície dos tecidos. Por meio desse texto, buscamos apresentar, aos alunos e professores, exemplos que elucidam a química nos processos têxteis e o quanto a nanotecnologia vem contribuindo para que esses sejam realizados com maior valor agregado e de forma mais ecologicamente correta. Esperamos, assim, ter instigado ainda mais a curiosidade sobre os nanomateriais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos órgãos de fomento FAPEMIG, CNPq, CAPES e FINEP, e ao Centro de Microscopia da UFMG pelas imagens.

Anne Velloso Sarmento Gomes (anneveloso@qui.grad.ufmg.br), bacharel em Design de Moda e graduanda em Química. Laboratório de Materiais Nanoestruturados, Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG – BR. **Ney Róblis Versiani Costa** (neycosta@fumecc.br), especialista em Design de Moda. Laboratório de Tecnologia Têxtil, Universidade FUMEC; Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG – BR. **Nelcy Della Santina Mohallem** (nelcy@ufmg.br), doutora em Física Aplicada. Laboratório de Materiais Nanoestruturados, Departamento de Química, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, MG – BR.

Referências

AGUIAR NETO, P. P. *Fibras têxteis*. 1 ed. Rio de Janeiro : SENAI/CETIQT, 1996. v.1.
 CALLISTER JR, W. D. *Ciência e Engenharia de Materiais: uma Introdução*. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012
 CASA PINTO. *Glossário Têxtil: tergal*. Disponível em: <<http://www.casapinto.com.br/glossario.asp#Tergal>>. Acesso em: 20 out. 2014.
 COSTA, Mirko. Nanotecnologia. O que é? *Química Têxtil*, n. 106, p. 3-11 , mar. 2012.
 COSTA, S.; BERMAN, D. e HABIB, R. L. 150 anos da in-

dústria têxtil brasileira. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 2000. 178 p.
 FERREIRA, A. J. S.; FERREIRA, F. B. N. e OLIVEIRA, F. R. Têxteis Inteligentes: Uma breve revisão da literatura . *REDIGE*. v.5, n.1, p. 1-22 , abr. 2014
 FERREIRA JUNIOR, A. S. e PEIXOTO, A. F. V. Roupas de Proteção Individual: um horizonte importante para as indústrias têxteis e de confecção do Brasil. *REDIGE*. v.4, n.1, p. 1-19 , abr. 2013
 FIBRENAMICS. *Arquitetura*. Disponível em: <<http://www.fibrenamics.com/pt/areas/architecture>>. Acesso em: 2 out. 2014.
 GAO, Y. e CRANSTON, R. Recent Advances in Antimicrobial

Treatments of Textiles. *Textile Research Journal*, v. 78, n.1, p. 60-72, jan. 2008.

HORROCKS, A. R. Flame retardant challenges for textiles and fibres: New chemistry versus innovatory solutions. *Polymer Degradation and Stability*. v. 96, p. 377-392, mar. 2011.

HORROCKS, A. R. Textile flammability research since 1980: Personal challenges and partial solutions. *Polymer Degradation and Stability*. v. 98, p. 2813-2824, dez. 2013.

JULIANO L. N. e PACHECO S. M. V. *Estamparia e Beneficiamentos Têxteis*. Araranguá: CEFET/SC, s.d.

KANGWANSUPAMONKON, W. e MANIRATANACHOTE, R. Determination of silver nanoparticle release from antibacterial fabrics into artificial sweat. *Particle and Fibre Toxicology*, v. 7, p. 1-9, abr. 2010.

KULTHONG, K.; SRISUNG, S.; BOONPAVANITCHAKUL, K.; LAUFER, G.; CAROSIO, F.; MARTINEZ, R.; CAMINO, G. e GRUNLAN, J. C. Growth and fire resistance of colloidal silica-polyelectrolyte thin film assemblies. *Journal of Colloid and Interface Scienc.*, v. 356, p. 69-77, abr. 2011.

PERERA, S.; BHUSHAN, B.; BANDARA, R.; RAJAPAKSE, G.; RAJAPAKSE, S.; BANDARA, C. Morphological, antimicrobial, durability, and physical properties of untreated and treated textiles using silver-nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects*, v. 436, p. 975-989, set. 2013.

Physicochem. Eng. Aspects, v. 436, p. 975-989, set. 2013.

PEZZOLO, D. B. *Tecidos: tramas, tipos e usos*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007. 328 p.

RADETIC, M. Functionalization of textile materials with TiO₂ nanoparticles. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, v.16, p. 62-76, set. 2013.

SALEM, V. *Tingimento Têxtil: fibras, conceitos, e tecnologias*. São Paulo: Blucher, 2010. 297p.

SÁNCHEZ, J.C. Têxteis inteligentes. *Química Têxtil*. n.82, p- 58-77. 2006.

SARAVANAN, D. UV Protection Textile Materials. *AUTEX Research Journal*, v. 7, n.1, p. 53-62, mar. 2007.

TARBUK, A.; GRANCARIC, A. M.; SITUM, M. e MARTINIS, M. UV Clothing and Skin Cancer. *Collegium Antropologicum*, v. 34, suppl. 2, p. 179-183, abr. 2010.

VILLAS, A. *A alma do negócio: como eram as propagandas nos anos 50, 60 e 70*. São Paulo: Globo Estilo, 2014. 208 p.

VILLAS, A. *O mundo acabou!* Rio de Janeiro: Globo, 2006. 309 p.

WAN, E.; GALEMBECK, E. e GALEMBECK, F. Polímeros Sintéticos. *Química Nova na Escola*. Cadernos Temáticos, n.2, Edição Especial, p. 5-8, maio 2001.

Abstract: *Fabrics and Nanotechnology.* The development of materials science is increasing, because, more and more, new materials are being pursued, adding practicality, safety, protection and usefulness to our daily lives. In this context, this paper presents the sector of fabric production, since it is relevant for many distinct areas, from clothes production to the aerospace sector. It also presents a general view of chemical processes involved in the making of fabrics and how nanotechnology can contribute to the production of smart fabrics. Thereby, the use of nanoparticles can add value to textile materials in a more eco-friendly way. Throughout the text, simple explanations regarding the performance of some nanoparticles incorporated to fibers are presented.

Keywords: textiles, smart fabrics, nanotechnology

Tecnologia assistiva e ensino de química: reflexões sobre o processo educativo de cegos e a formação docente

Ivani Cristina Voos e Fábio Peres Gonçalves

Este trabalho tem como objetivo apresentar reflexões sobre a tecnologia assistiva e o ensino de química para estudantes cegos por meio da análise de compreensões atribuídas a ela na literatura. Para tanto, fundamenta-se em ideias de estudiosos acerca da tecnologia. À luz do que é apresentado, discutem-se aceções e se revisam trabalhos relacionados à tecnologia assistiva na educação, de modo geral, e no ensino de química, em particular. Argumenta-se a necessidade de enfrentar compreensões de tecnologia assistiva que a reduzem a artefatos e equipamentos, assim como a visão do instrumentalismo em relação à tecnologia, cuja consequência pode ser o entendimento de que a tecnologia assistiva supre sozinha a necessidade do aluno cego nas aulas de química. Apontam-se ainda implicações ao processo de ensino e aprendizagem de química e à formação de docentes nessa área.

► tecnologia assistiva, cegos, ensino de química ◀

Recebido em 30/06/2014, aceito em 09/09/2015

297

Ao longo da história, a pessoa cega foi discriminada, relegada a uma condição marginal na sociedade. Foi vítima de preconceito, como outros sujeitos que não se enquadravam nos “padrões de normalidade”.

Com a intenção de favorecer a modificação das condições dessas pessoas, no Brasil, leis e decretos foram sancionados, por exemplo. Mas, apesar de essenciais, estes são insuficientes para catalisar as mudanças almejaváveis. No caso da educação escolar, as transformações podem ser favorecidas por meio de estudos de temas relacionados à inclusão — termo cuja aceção é bastante polissêmica — na formação docente.

De acordo com o Censo da Educação Básica de 2006, citado na Política de Educação Especial (Brasil, 2007a), o número de alunos com “deficiência”¹, no ensino denominado regular, era de 325.316, na época de sua realização. Destes, 3.999 tinham cegueira. Já o Censo da Educação Superior

2010 (Brasil, 2010) constatou que 20.338 pessoas “deficientes” estavam matriculadas nesse nível de ensino em cursos de graduação, sendo 2.874 com cegueira.

A presença de alunos cegos na educação básica e superior pode trazer à tona inseguranças por parte dos professores e das instituições educacionais. Porém, há algum tempo pesquisadores, entre os quais Camargo e Nardi (2007), García, Caldera e Jiménez (2002) e Soler (1999), vêm apontando contribuições ao trabalho com cegos em aulas de Ciências da Natureza.

A literatura também tem sinalizado a chamada tecnologia assistiva (TA) na educação de estudantes cegos ou com baixa visão, a exemplo do que expõem Gasparetto *et al.* (2012). De outra parte, a discussão explícita sobre TA articulada ao ensino de química para cegos parece que ainda não recebeu o merecido destaque no Brasil e no exterior. Em uma revisão no periódico *Química Nova na Escola*, por exemplo, entre os artigos publicados a respeito do ensino de química para cegos, nenhum apresentou uma abordagem explícita referente a TA, embora parte deles tenha uma relação com o assunto. No

A presença de alunos cegos na educação básica e superior pode trazer à tona inseguranças por parte dos professores e das instituições educacionais. Porém, há algum tempo pesquisadores, entre os quais Camargo e Nardi (2007), García, Caldera e Jiménez (2002) e Soler (1999), vêm apontando contribuições ao trabalho com cegos em aulas de ciências da natureza.

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

*Journal of Chemical Education*² foram encontrados somente 3 artigos que fazem referência explícita à TA.

Este trabalho tem o objetivo de refletir sobre a TA e o ensino de química/Ciências da Natureza para estudantes cegos por meio da análise de compreensões atribuídas a ela na literatura. Para tanto, inicialmente, apresenta-se uma abordagem acerca da tecnologia para, em seguida, com base nela, fazer um exame das acepções de TA presentes na literatura. Na sequência, expõe-se uma revisão de trabalhos relacionados ao tema em processos educativos, considerando os aspectos previamente apresentados sobre a tecnologia e a tecnologia assistiva. Encerra-se com uma abordagem que aponta implicações ao ensino e à formação de professores de química.

Contribuições de estudiosos acerca da tecnologia

De acordo com discussões da filosofia da tecnologia, é importante enfrentar crenças, como aquelas que apontam as tecnologias como apenas máquinas, softwares, equipamentos ou artefatos. Em suma, a tecnologia pode assumir múltiplas acepções que se diferenciam entre os estudiosos e suas épocas, como explica Cupani:

Aquilo que denominamos de tecnologia se apresenta, pois, como uma realidade polifacetada: não apenas em formas de objetos e conjuntos de objetos, mas também como sistemas, como processos, como modos de proceder, como certa mentalidade. A essa presença múltipla devemos acrescentar uma patente ambiguidade daquilo a que aludimos como tecnologia (Cupani, 2011, p. 12).

Ante o exposto, a tecnologia envolve também processos e modos de proceder, por exemplo. Apesar de Cupani não elaborar uma acepção de tecnologia, aponta que ela não se restringe a equipamentos e que não é neutra (Cupani, 2004), pois depende, entre outros aspectos, de decisões políticas. O autor acrescenta que a interpretação da tecnologia como não neutra é compartilhada por vários filósofos.

Uma vez que a tecnologia não é neutra, se pode afirmar que ela atende a interesses múltiplos. É preciso considerar que à tecnologia podem se somar valores em que a maximização do lucro privado obtido pela comercialização de mercadorias é o aspecto mais importante. São igualmente reconhecidos os casos em que o desenvolvimento tecnológico, entendido originalmente de forma positiva, não deixou de vir acompanhado de consequências negativas. Neste contexto, a teoria crítica considera importante a participação ativa do usuário da tecnologia, não de forma reducionista, com a simples “opinião” sobre todo o recurso tecnológico produzido.

Feenberg (2010) se refere a quatro perspectivas acerca da tecnologia: determinismo, instrumentalismo, substantivismo e teoria crítica. A primeira define que “tecnologia não é controlada humanamente, mas que pelo contrário, controla os seres humanos” (Feenberg, 2010, p. 46); a segunda destaca que “tecnologia é simplesmente uma ferramenta ou instrumento com que a espécie humana satisfaz suas necessidades” (Idem); a terceira diz que “[...] os valores contidos na tecnologia são exclusivos da tecnologia. Eles incluem a eficiência e o poder, metas que pertencem a qualquer e a todo sistema técnico. Na medida em que usamos a tecnologia, estamos comprometidos com o mundo em um movimento de maximização e controle [...]” (Idem, p. 49); e, por último, a teoria crítica se refere à necessidade de “adequar a tecnologia, todavia, submetendo-a a um processo mais democrático no *design* e no desenvolvimento” (Idem, p. 48). O autor acrescenta:

A democratização está indo bem mal, hoje, em todas as frentes, mas ainda não há alternativa melhor. Se pudermos conceber e perseguir os interesses intrínsecos em paz e, além disto, alcançar sua realização por via do processo político, as pessoas assumirão a questão da tecnologia

inevitavelmente junto com muitas outras aspirações que hoje se mantêm meras expectativas. Só nos resta esperar que tudo aconteça mais cedo do que tarde demais (Feenberg, 2010, p. 51).

Um processo mais democrático acerca da tecnologia a que se refere Feenberg é fundamental e desafiador no cenário atual. Para ele, a teoria crítica da tecnologia abre essa possibilidade. Embora reconheça a relevância de um processo mais democrático, sabe dos limites existentes e o quanto a sociedade necessita avançar para efetivar tal processo. Uma parte significativa das decisões associadas ao conhecimento tecnológico fica nas mãos de peritos nesse âmbito. O autor afirma, baseado em Karl Marx, que é preciso romper com a concentração do poder na mão de determinadas pessoas, tendo a sociedade, em geral, voz nos processos de tomada de decisão. Reforçando esse aspecto, Feenberg (2010, p. 50), explica: “Na teoria crítica, a tecnologia não é vista como ferramenta, mas como estrutura para estilos de vida. As escolhas estão abertas para nós e situadas em nível mais alto que o instrumental”.

Compartilha-se da posição de Cupani (2004) de que um aspecto relevante na análise de Feenberg é a crítica ao argumento da eficiência. Para o filósofo, o critério da eficiência é insuficiente para determinar o desenvolvimento tecnológico. Seria preciso reconhecer, na perspectiva de Feenberg, que a definição de eficiência é dependente de interesses sociais. Em

outros termos, os produtos tecnológicos não responderiam a uma eficiência intrínseca a eles, mas sim, a uma eficiência caracterizada por interesses sociais. Neste caso, a eficiência pode estar associada com o valor do lucro, sendo que a qualidade da educação, por exemplo, pode ficar em segundo plano, de modo que certos produtos tecnológicos podem atender mais a finalidades comerciais do que educativas, ainda que sejam projetados para fins de educação.

Contribuições importantes também advêm da denominação da filosofia da tecnologia humanista apoiada, por exemplo, nas ideias de Lewis Mumford (Bazzo; Lisingen e Pereira, 2003). Uma das críticas, nessa perspectiva, refere-se ao entendimento de que a máquina é sempre necessária e benéfica para o ser humano. Consequentemente, há uma crítica à compreensão de que o controle de ferramentas e o suposto domínio da natureza se constituem na gênese do progresso humano. Em outros termos, a tecnologia não pode, nesse sentido, ser interpretada como o principal meio para atingir o avanço da humanidade.

Postmann (1994), ao discorrer sobre o tecnopólio — em síntese, a submissão à técnica e à tecnologia — menciona a tecnologia do computador e sinaliza a importância de uma postura de não endeusamento em torno dela. Ao acentuar a ausente ou pouca modéstia tecnológica do tecnopólio, aponta para o fato relevante de lembrar acerca do que seria possível fazer sem os computadores. Com base em suas palavras: “O que está claro é que, até esta data, a tecnologia do computador serviu para fortalecer o domínio do tecnopólio, para fazer as pessoas acreditarem que inovação tecnológica é sinônimo de progresso humano” (Postmann, 1994, p. 123). Ele acrescenta ainda que a submissão dos seres humanos à tecnologia é, de certo modo, uma desvalorização dos mesmos frente a ela. No tecnopólio, a eficiência também está em relevo.

Em suma, o exposto não teve a pretensão de apresentar uma acepção de tecnologia, tampouco defender um único posicionamento teórico, mas de sinalizar, a partir do exposto por estudiosos da área, a necessidade de se refletir, de forma fundamentada, acerca da tecnologia, possibilitando, com isso, contribuir para uma visão mais “crítica” da TA.

O que é tecnologia assistiva?

Garcia e Galvão Filho (2012) apresentam um panorama de diferentes definições e classificações acerca da TA. Neste trabalho — em parte, devido ao espaço disponível — não será possível fazer uma revisão tão abrangente quanto a dos autores sobre as acepções e classificações concernentes à TA. Na referência acima³ é possível encontrar uma discussão histórica acerca dos conceitos de TA, respeitando, inclusive,

a sua origem cronológica. A preocupação aqui não é discutir os sob o ponto de vista histórico, apesar de se reconhecer a importância das definições e a gênese desses conceitos, mas expor parte deles a um exame a partir de reflexões embasadas em estudiosos da tecnologia. Grande parte das definições de TA examinada a seguir coincide com as apresentadas por Garcia e Galvão Filho (2012). Expõem-se igualmente outras acepções de TA disseminadas na literatura educacional recente — como forma de reforçar a importância dessa discussão na área de ensino de química/ciências —, examinando-as à luz das considerações anteriores acerca da tecnologia.

Com base em uma revisão bibliográfica, Garcia e Galvão Filho (2012) mencionam que nos Estados Unidos a expressão tecnologia assistiva (*assistive technology*) se consolidou em 1988, com a aprovação da *Public Law 100-407* que, junto a outras leis, compõe uma gama de legislações. De acordo com Galvão Filho (2009), desde meados da década de 1990 aparece, na literatura internacional, a definição de TA embasada na referida legislação estadunidense, a qual extrapola a compreensão de TA como se fosse constituída unicamente por instrumentos. Algo importante quando submetido à reflexão do ponto de vista da filosofia da tecnologia, como apontado preliminarmente.

Outro aspecto relevante dessa legislação é a distinção entre os termos recursos e serviços, o que parece indicar que tenha sido o primeiro documento oficial a apontar tal diferenciação. O termo serviço inclui diferentes abordagens, como: avaliação, customização, seleção, entre outras.

A National Classification System for Assistive Technology

Devices and Services, dos Estados Unidos, caracteriza-se como um sistema que apresenta uma definição de TA que também diferencia recurso e serviço. Por recurso, entende: “Qualquer item, peça de equipamento ou sistema de produto, sejam eles adquiridos comercialmente na prateleira, modificados ou personalizados, usados para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais de indivíduos com defici-

ência” (NCSAT, 2000, p.iii, tradução dos autores). E por serviço, define: “Qualquer serviço que auxilia diretamente um indivíduo com deficiência na seleção, aquisição ou uso de um dispositivo de Tecnologia Assistiva” (NCSAT, 2000, p. iii, tradução dos autores).

Uma definição análoga é apresentada pela Rede de Informação Europeia sobre Tecnologia para a Deficiência e Autonomia (EASTIN). Esta define a TA⁴ como “qualquer produto ou serviço baseado na tecnologia que permite às pessoas com deficiência ou idosos atividades de vida diária, educação, trabalho ou lazer” (EASTIN, 2005, p. 4, tradução dos autores).

No Brasil, foi criado o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), que realizou estudos e apontou uma definição de

Postmann (1994), ao discorrer sobre o tecnopólio — em síntese, a submissão à técnica e à tecnologia — menciona a tecnologia do computador e sinaliza a importância de uma postura de não endeusamento em torno dela. Ao acentuar a ausente ou pouca modéstia tecnológica do tecnopólio, aponta para o fato relevante de lembrar acerca do que seria possível fazer sem os computadores.

TA. A mesma está em sintonia com uma compreensão não reducionista de TA ligada unicamente a equipamentos ou máquinas. De acordo com o CAT, a TA é:

“uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (Brasil, 2007b, p. 3).

Produções contemporâneas que abordam a TA na educação, em nosso país, de modo geral, incorporam a definição do CAT por meio de citações diretas (Gasparetto *et al.*, 2012; Couto Júnior e Redig, 2012; Taveira e Rosado, 2010), ou até de forma mais tácita (Façanha *et al.*, 2012). No entanto, há situações em que os autores esboçam, além da definição do CAT, as suas próprias compreensões sobre a TA. Couto Junior e Redig (2012, p. 46) explicitam: *“As tecnologias assistivas são compreendidas como qualquer recurso que facilite o acesso da pessoa com necessidades educacionais especiais às oportunidades de aprendizagem, principalmente no que se refere ao contexto educacional”*. Ao contrário do que sugerem reflexões à luz da filosofia da tecnologia, interpreta-se a TA como redução a um puro recurso. Uma situação e compreensão análoga acerca da tecnologia assistiva é apresentada por Gasparetto *et al.* (2012, p. 116): *“Tecnologia Assistiva para indivíduos com baixa visão é qualquer recurso que propicie o melhor desempenho desta pessoa em suas atividades (FAYE, 1984). Tais recursos foram desenvolvidos para auxiliarem pessoas com baixa visual a realizarem as atividades cotidianas [...]”*. A acepção apresentada de forma fundamentada dá indicativos de que a redução da TA a um recurso pode ser um entendimento compartilhado entre os pares e que, por isso, merece ser exposta a uma reflexão de caráter filosófico. A compreensão das autoras se reforça por meio dos exemplos que apresentam de TA para as pessoas cegas e com baixa visão, restritos, basicamente, a equipamentos, tais como: máquina braille, reglete e punção, lupas, manuais e sistemas telescópicos.

Na literatura internacional sobre o ensino de química também se encontram artigos (Boyd-Kimball, 2012; Supallo *et al.*, 2008; Neely, 2007) que fazem referência explícita à TA, mas sem conceituá-la. Ainda assim é possível apreender compreensões acerca do tema. Por exemplo: *“um número de tecnologias assistivas, tais como balanças e termômetros que falam, já estão disponíveis. No entanto, vários desafios ainda existem, como a medição precisa dos volumes e a observação de alterações de cor e formação de precipitado [...]”* (Supallo *et al.*, 2008, p. 243, tradução dos autores). De forma implícita, há indicativos de que se referem à TA como apenas um sinônimo de certos recursos, o que já foi questionado. Cumpre notar ainda que a expressão aparece no plural. No contexto brasileiro há uma defesa de que a

expressão tecnologia assistiva seja escrita no singular, pois se trata de uma área do conhecimento (Garcia e Galvão Filho, 2012; Brasil, 2009).

Ao longo dos anos, expressões como TA, ajudas técnicas, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio podem ter sido utilizadas como sinônimos ou com aproximações em suas definições (Rocha e Castiglioni, 2005). Por esse motivo, optou-se em demarcar parte dessas expressões. Por exemplo, na Europa há o *Empowering Users Through Assistive Technologies* (EUSTAT), e em seus documentos, dependendo do idioma em que estão escritos, se encontra o termo tecnologia de apoio ou tecnologia de reabilitação. Aparentemente, o uso do termo está ligado à tradução. A EUSTAT defende a possibilidade das pessoas escolherem a tecnologia que melhor lhes sirva e que permita uma maior amplitude de funções, conforme já abordado, possibilitando certa “democratização” da TA entre os usuários (EUSTAT, 1999). Aproximando-se de uma premissa mais “democrática”, a organização desenvolveu um programa de formação sobre tecnologias, inserindo o que denominou de controle direto feito pelo usuário final de tecnologia de apoio. Pautada nessa acepção, define tecnologia de apoio como aquela que se refere:

“[...] ainda ao ajustamento individual entre a pessoa e o meio e, como tal, as tecnologias que permitem ultrapassar obstáculos aos serviços normais ou compensar limitações funcionais específicas, de modo a facilitar ou possibilitar as actividades da vida quotidiana” (EUSTAT, 1999, p. 16).

Na definição da EUSTAT é possível perceber que não são contemplados apenas os produtos. Essa especificação fica explícita no documento quando se descreve e desmembra o termo tecnologia de apoio para explicar que:

“Em primeiro lugar, o termo tecnologia não indica apenas objectos físicos, como dispositivos ou equipamento, mas antes se refere mais genericamente a produtos, contextos organizacionais ou ‘modos de agir’ que encerram uma série de princípios e componentes técnicos.

Em segundo lugar, o termo de apoio é aplicado a uma tecnologia, quando a mesma é utilizada para compensar uma limitação funcional, facilitar um modo de vida independente e ajudar os idosos e pessoas com deficiência a concretizarem todas as suas potencialidades” (EUSTAT, 1999, p. 15).

Em certos momentos, parte do texto da EUSTAT parece se aproximar da ideia de “democratização” da tecnologia. Não é possível afirmar, entretanto, que se dá nos mesmos termos defendidos por Feenberg (2010). Tal ideia fica mais explícita quando a organização traz em seus manuais a orientação social e tecnológica primando pela participação social do usuário final:

“[...] partindo da noção de que as pessoas com deficiência deveriam ser capacitadas para participarem como principais intervenientes e parceiros activos no processo decisório sobre TA, considerou-se que a transferência de conhecimentos para os utilizadores finais poderia promover a igualdade de oportunidades, introduzir um controlo directo dos consumidores sobre a qualidade dos serviços e produtos das TA e melhorar a eficácia de utilização destas técnicas” (EUSTAT, 1999, p. 8).

Conforme sugere o documento, a participação do usuário da TA parece ser de extrema importância para a melhor utilização dos recursos e efetivação nos serviços. Feenberg (2010) defende a necessidade de que as decisões acerca da tecnologia tenham uma maior participação social.

Além dessas compreensões, cabe citar também a da Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). É uma classificação com múltiplas finalidades elaborada para servir a várias áreas e diferentes setores. Descreve como tecnologia de assistência “qualquer produto, instrumento, equipamento ou tecnologia adaptado ou especialmente concebido para melhorar a funcionalidade de uma pessoa com incapacidade” (CIF, 2001, p. 139). Identifica-se aqui uma restrição da tecnologia a equipamentos e instrumentos que se assemelha ao entendimento da *International Organization for Standardization ISO 9999/2011* (ISO 9999, 2011). É uma classificação internacional recente que, como se pode identificar, aborda exclusivamente produtos — *assistive products*. A definição utilizada por essa norma internacional foi revisada para alinhá-la com a terminologia usada pela Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (ISO 9999, 2011).

Outras compreensões acerca da TA poderiam ser apresentadas, no entanto, o objetivo deste trabalho não é exaurir tal discussão, nem se reduzir a ela. Por outro lado, de acordo com o exposto, se pode afirmar que há diferentes compreensões sobre a TA. Isso não obrigatoriamente se constitui em novidade na literatura, visto que nela, como afirmam Galvão Filho (2009) e Castro, Souza e Santos (2012), a definição de TA é algo que está em aberto, de modo que o exposto até aqui reforça tal posicionamento. Todavia, nos trabalhos citados não há uma reflexão explícita sobre a TA tratada por interlocutores que têm como base o estudo acerca da tecnologia, a exemplo de filósofos da tecnologia, o que também não significa afirmar, em absoluto, que a TA tem sido discutida de forma acrítica. Argumenta-se, por outro lado, que as contribuições de estudiosos da tecnologia podem favorecer uma análise em torno da TA. Com isso, cabe ressaltar que não houve a intenção de defender um único posicionamento teórico acerca de TA, assim como não foi feito com relação à tecnologia.

A literatura, de modo geral, apresenta discussões sobre a TA na educação, mas, independentemente da aceção a ela atribuída, aqui se optou, em um primeiro momento, apresentar a abordagem dessas discussões que, embora tenham um caráter mais generalista, também se relacionam com o ensino de química.

Entende-se que as diferentes compreensões a respeito da TA, especialmente por parte dos professores, podem ter implicações variadas para o processo educativo, merecendo uma reflexão à luz de discussões fundamentadas em interlocutores teóricos que se detêm a estudar a tecnologia.

Tecnologia assistiva e o ensino de química para estudantes cegos

A literatura, de modo geral, apresenta discussões sobre a TA na educação, mas, independentemente da aceção a ela atribuída, aqui se optou, em um primeiro momento, apresentar a abordagem dessas discussões que, embora tenham um caráter mais generalista, também se relacionam com o ensino de química. Em seguida, expõe-se como trabalhos que tratam do ensino de química para cegos se articulam com a discussão acerca da TA. Mesmo que não utilizem explicitamente a referida expressão, nos trabalhos foram considerados aqueles aspectos que se aproximam do que a literatura tem definido como TA. Ante o exposto, admite-se, inclusive, que parte do que se apresenta a seguir possa se enquadrar naquilo que Galvão Filho (2013) recentemente chamou de distorções sobre a TA, o que, para o escopo deste artigo, não representa obrigatoriamente um problema.

O conceito do CAT (Brasil, 2007b), por exemplo, explicita que a TA não se restringe a computadores e *softwares* caros, aos quais tem acesso um número restrito de pessoas. As reflexões apresentadas por estudiosos da tecnologia também não reduzem a tecnologia a equipamentos sofisticados.

Por outro lado, computadores e *softwares* podem ser exemplos de tecnologia (assistiva). Deste modo, Taveira e Rosado (2010) analisam como os sujeitos envolvidos em um processo educativo, mediante a participação de uma aluna cega, interpretam a exploração do *dosvox* — *software* para a sintetização da voz na leitura de textos em computador — e de

produções impressas em braille. Os autores dão indicativos de possíveis resistências docentes na utilização da tecnologia digital (*dosvox*) em detrimento das produções impressas em braille. Acrescentam que é relevante considerar o posicionamento da pessoa cega na avaliação do uso da tecnologia digital em questão. Em suma, o trabalho sinaliza que o docente pode apresentar uma visão pouco otimista da TA associada ao computador — *dosvox*.

Em sintonia com a defesa da inserção de novas tecnologias da informação e comunicação ao processo educativo com cegos, Façanha *et al.* (2012) propõem o aplicativo *LêBraille* para a utilização, por exemplo, em *smartphones* que fazem uso de *touch screen*, com a finalidade de simular os instrumentos manuseados na escrita braille. Os autores argumentam em favor do estímulo da escrita do estudante cego e do uso das tecnologias móveis que poderiam auxiliá-lo

em atividades, tais como as extracurriculares. Ressaltam que não só na elaboração do *LêBraille*, na etapa de levantamento de requisitos, mas também durante a sua avaliação inicial, estabeleceu-se interlocução com as pessoas cegas.

Há também estudos mais amplos, com sofisticada tecnologia, como o *Brainport*®, uma versão do denominado sistema de substituição tátil-visual, que favorece pessoas cegas na identificação de aspectos visuais do ambiente. No Brasil, Kastrup *et al.* (2009) investigaram o momento inicial de aprendizagem quanto ao uso do dispositivo de substituição tátil-visual *Brainport*®, sob o ponto de vista de pessoas cegas. Entre os resultados da pesquisa apontaram como uma dificuldade o descompasso entre certas expectativas dos participantes e a qualidade da experiência participativa. Esse exemplo de tecnologia e de outras mais modestas (como o *jaws*, um leitor de tela) suscitam discussões sobre um aspecto explorado anteriormente, o da comercialização desses produtos com preços pouco acessíveis, ainda que não se faça referência, especificamente, ao *Brainport*® ou a qualquer outra tecnologia, nem se contraponha, em absoluto, à sua venda. Em síntese, de acordo com o exposto por estudiosos da tecnologia, é importante considerar que a tecnologia pode estar associada, principalmente, a valores como a maximização do lucro privado.

Nos estudos empreendidos aparecem outras acepções de TA na literatura, destacando que esta pode ser produzida pelo próprio professor. Um exemplo são as adaptações em relevo feitas com materiais alternativos disponíveis na própria escola (Gasparetto *et al.*, 2012).

Nesta direção, foi o que propuseram Gonçalves *et al.* (2013) para o ensino de química, durante o planejamento e desenvolvimento de uma atividade experimental sobre cromatografia em papel adaptada para a participação de um estudante cego. Os autores descrevem um processo de formação docente que culminou nesse experimento desenvolvido em uma escola pública. Defendem que as adaptações em experimentos que envolvem a participação de estudantes cegos, por si mesmas, não promovem a aprendizagem deles e dos videntes, mas podem catalisar as interações entre os estudantes — cegos e videntes — e entre estes e o conhecimento, de modo a favorecer o processo de aprendizagem. Neste sentido, é importante não enaltecê-la a visão do instrumentalismo em relação à tecnologia, pois isso poderia implicar uma compreensão de que a TA estaria suprindo sozinha a necessidade do aluno cego. No âmbito da experimentação, ressalta-se ainda o trabalho de Flair e Stezer (1990), com a proposição de indicador olfatório em substituição ao indicador com mudança de cor em reação ácido-base. Os autores indicam, especificamente, a utilização de eugenol (4-alil-2-metoxifenol) como indicador olfatório em substituição ao indicador fenolftaleína em uma reação entre ácido clorídrico e hidróxido de sódio. Na mesma

Nos estudos empreendidos aparecem outras acepções de TA na literatura, destacando que esta pode ser produzida pelo próprio professor. Um exemplo são as adaptações em relevo feitas com materiais alternativos disponíveis na própria escola (Gasparetto *et al.*, 2012).

direção, Neppel *et al.* (2005) indicam, entre outros aspectos, a utilização de alho, cebola e vanilina (4-hidróxi-3-metoxibenzenaldeído) para preparar uma solução a ser utilizada como indicador olfatório. Em relação às atividades experimentais, destacam-se ainda as diferentes adaptações propostas por Supalo *et al.* (2008).

Raposo e Mól (2010) também sugerem a elaboração, pelo próprio professor, de atividades e materiais que atendam à participação de estudantes cegos no ensino de química. Entre os materiais constam a construção de maquetes para a representação de modelos atômicos e equipamentos utilizados em experimentos historicamente conhecidos. Os autores sinalizam igualmente a importância do trabalho com gráficos em relevo. A respeito dos gráficos, uma possibilidade é sinalizada por Ferronato (2002), por meio do que foi denominado multiplano. O material é basicamente uma placa com furos equidistantes em linhas e colunas perpendiculares. Nos furos podem ser colocados rebites e o gráfico pode ser elaborado com o auxílio, por exemplo, de barbantes.

Ainda na perspectiva dos materiais didáticos elaborados pelo próprio professor, com materiais de fácil aquisição e baixo custo, encontra-se o trabalho de Boyd-Kymball (2012), que nos lembra de que nem todo cego lê e escreve por meio do alfabeto braille. A autora descreve adaptações que desenvolveu para estudantes cegos utilizando materiais de artesanato (cola quente, tecido etc.) para escrever fórmulas de substâncias, balanceamento de equações químicas e representar a geometria molecular. Por exemplo, no caso do balanceamento de equações químicas, ela utilizou uma

placa metálica para colar números (como imãs de geladeira) que seriam os coeficientes em uma equação química representada em relevo, mas com materiais de artesanato. Em outras palavras, a equação química estaria toda representada em relevo mediante o uso do alfabeto e de algarismos arábicos. Boyd-Kymball (2012)

acrescenta que a elaboração dos materiais didáticos precisa respeitar as particularidades do estudante cego. Com isso, destaca-se que a cegueira não pode ser considerada uma característica que torne homogêneo o coletivo de pessoas cegas. Torres, Mazzoni e Mello (2007) argumentam acerca da diversidade existente nesse coletivo, ao chamar a atenção de que não se pode interpretar que uma pessoa cega saiba, obrigatoriamente, se comunicar por meio do alfabeto braille ou fazer uso do computador, por exemplo. Assim, muitos produtos ofertados pelas empresas de TA não necessariamente auxiliam nos problemas a serem enfrentados na educação de pessoas cegas. Galvão Filho (2013) aponta a estratégia de *marketing* que, com frequência, está envolvida na oferta de certos produtos por tais empresas. Essas considerações estão em sintonia com aquelas já expostas a respeito da necessidade de examinar o discurso acerca de certos produtos tecnológicos que possuem mais

finalidade comercial do que educativa, mesmo que destinados à educação.

No ensino de química, Pereira *et al.* (2009) apresentam também um protótipo de editor molecular (NavMol) para estudantes cegos. O relato do editor está voltado, especialmente, ao ensino de química orgânica e se encontra disponível *on-line*⁵, de modo gratuito. Brown, Pettifer e Stevens (2004), analogamente, descreveram um *software*, denominado Kekulé, para explorar a representação de moléculas. Sobre a utilização das novas tecnologias da informação e comunicação, parece relevante recorrer aos posicionamentos de Postmann (1994) sobre o computador. Sem desconsiderar as possíveis contribuições dos trabalhos citados, é importante enfrentar um posicionamento de puro endeusamento da tecnologia do computador que pode ocasionar, do ponto de vista educacional, o entendimento de que os computadores, por si só, podem ser promotores incondicionais da aprendizagem.

Supalo e Kennedy (2014) sinalizam um conjunto de produtos comerciais que podem auxiliar na elaboração de representações táteis de estruturas moleculares da química orgânica. Um desses produtos é o *Draftsman*⁶, que se caracteriza, resumidamente, como uma prancheta com uma película especial que permite desenhar uma imagem tátil. Os autores ainda chamam a atenção para o potencial de o produto favorecer o desenho de gráficos por estudantes cegos e de baixa visão.

Os estudantes cegos podem participar das atividades educacionais juntamente com os videntes através da exploração de diferentes estratégias, recursos e serviços que considerem as peculiaridades sensoriais. Exemplos vêm sendo desenvolvidos em países como México (Peña, 2012) e Estados Unidos (Supalo, Wohlers e Humphrey, 2011). Merece destaque o trabalho de Supalo *et al.* (2008) no desenvolvimento de equipamentos, recursos e estratégias acessíveis para aulas de química com estudantes cegos. A literatura também relata atividades em que estudantes cegos e seus professores são convidados e estimulados a participar de eventos que proporcionem o conhecimento sobre a presença de cegos em aulas de ciências nos diferentes níveis educacionais (Supalo, Wohlers e Humphrey, 2011). Aos professores é sinalizada a possibilidade de explorar equipamentos acessíveis com estudantes cegos em aulas de Ciências da Natureza, assim como a montagem de um laboratório acessível, manipulação de materiais e outros aspectos relacionados com o ensino de ciências para esse público, visto que, frequentemente, as componentes curriculares da área de Ciências da Natureza são lecionadas pautadas no sentido da visão, o que impossibilita ou limita a participação dos estudantes cegos. De acordo com Soler, “todas as pessoas cegas podem estudar ciências [...] o fato de não possuírem visão não deve supor nenhum obstáculo aos estudos científicos” (Soler, 1999, p. 24, tradução dos autores).

Defende-se, portanto, que a análise de proposições educacionais relacionadas à TA para o ensino de química/ciências, bem como o desenvolvimento de práticas educativas com cegos, pode ser enriquecida a partir de reflexões apoiadas em estudiosos sobre a tecnologia.

À guisa de encerramento: implicações para a formação de professores de química

Diante do exposto, entende-se que existe certa polissemia — incluindo a literatura educacional — acerca do que vem a ser TA e de suas relações, de modo geral, com o processo educativo, e em particular, com o ensino de química. Em face desse cenário, compreende-se que a inclusão de discussões fundamentadas acerca, por exemplo, da filosofia da tecnologia na formação de professores de química possa contribuir para uma reflexão em torno da TA. Essas discussões envolvem reflexões que podem colaborar na “problematização” da TA associada à educação, evitando a visão puramente comercial e a sinalização de que a TA atende apenas ao apelo do consumo.

Almeja-se levantar questões associadas a um trabalho colaborativo entre diferentes componentes curriculares na formação inicial de professores de química. Ou seja, podem contribuir para “problematizar” a TA não só componentes curriculares da área de filosofia, mais especificamente, a filosofia da tecnologia — aparentemente menos reivindicada na formação inicial de professores de Ciências da Natureza do que a filosofia da ciência —, mas também componentes curriculares da área de ensino de química. O trabalho colaborativo entre docentes da educação superior pode ser uma atividade exemplar. Sabe-se que, no contexto escolar, um trabalho em conjunto entre professores, de química ou da educação especial, é importante para delinear atividades nas quais a TA seja vista como algo que não tenha um fim em si mesmo. Encará-la de maneira fundamentada possibilita que os professores não percebam a mesma como a única responsável pelo processo educativo.

Se as tecnologias podem ser importantes para o processo de ensino e aprendizagem com cegos e videntes, não se pretende com isso afirmar que o papel docente seja menos importante. De outra parte, é preciso enfrentar a compreensão de neutralidade da tecnologia, bem como uma visão relativista acerca dos conhecimentos tecnológicos. Ambas podem ter implicações indesejáveis para o ensino de química, de modo geral.

Enfatizar que uma discussão sobre a TA e o ensino de química possa ser enriquecida na formação de professores com os aportes teóricos de estudiosos sobre a tecnologia, a exemplo daqueles da filosofia da tecnologia, não significa uma defesa da redução desse estudo a eles. Inversamente, advoga-se também em favor de uma discussão fundamentada em referenciais explicitamente educacionais.

Respostas às conhecidas indagações “por que?”, “o que?” e “como?” ensinar química, quando remetidas a coletivos que envolvem estudantes cegos, por exemplo, abarcam muito mais do que conhecimentos sobre TA. Entende-se que as características físicas dos sujeitos não podem ser as determinantes exclusivas dos processos metodológicos que deverão orientar o ensino e a aprendizagem de química. Do mesmo modo, materiais didáticos caracterizados por modernas tecnologias inseridos em espaços escolares, e destinados ao atendimento educacional especializado, ainda que importantes, podem ser insuficientes na promoção do

ensino e aprendizagem de química envolvendo coletivos com pessoas cegas. Essas reflexões sugerem a relevância do avanço da pesquisa em ensino de ciências/química vinculada ao processo de ensino e aprendizagem de cegos, além de considerar essas questões importantes na formação de professores de química atuantes nos diferentes níveis educacionais.

Notas

1. As expressões deficiente ou deficiência são utilizadas no documento citado para se referir aos cegos, surdos e a outras pessoas que não se enquadram no dito “padrão de normalidade”. Todavia, é uma palavra que pode ser acompanhada de sentidos pejorativos. Optou-se por mantê-las entre aspas, às vezes, para expressar a ideia original do(s) autor(es).

2. Utilizou como descritor de busca, no sítio do periódico, a expressão *assistive technology*. Na consulta inicial foram localizados cinco (5) artigos, mas identificou-se que, em um deles, a expressão *assistive technology* aparecia em uma das referências citadas no trabalho, e não no corpo do texto, enquanto que em outro, a expressão era utilizada em alusão a uma empresa, não sendo, de fato, o objeto de discussão do artigo. Os 3 artigos encontrados são objetos de discussão em relação à compreensão de TA e também no que concerne ao ensino de química.

3. Para ter acesso a um conjunto maior de definições acerca da TA, bem como a uma apresentação cronológica de

tais definições, recomenda-se a leitura do trabalho de Garcia e Galvão Filho (2012).

4. Percebe-se uma não sintonia no que diz respeito à terminologia utilizada pela EASTIN. Em seu sítio oficial, encontrou-se a expressão tecnologia para a deficiência e a autonomia. Em documento disponibilizado no sítio, encontrou-se a expressão tecnologia assistiva, enquanto Garcia e Galvão Filho (2012) utilizam o termo tecnologia de apoio. Avalia-se que essas desarmonias na nomenclatura podem estar relacionadas com questões de tradução, já que há documentos da EASTIN em diferentes idiomas.

5. Disponível em: <http://www.molinsight.net/index_pt.htm>. Acesso em: 11 fevereiro 2014.

6. Assim como Supalo e Kennedy (2014), os autores desse artigo declaram não possuir relações comerciais com os elaboradores desse produto — e com outros citados no artigo. Pelo contrário, são favoráveis a adaptações livres e ao acesso gratuito de produtos que possam ser utilizados na educação de pessoas cegas.

Ivani Cristina Voos (nicavoos@yahoo.com.br), licenciada em Educação Especial pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestre e doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professora do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Araranguá, SC – BR. **Fábio Peres Gonçalves** (fabio.pg@ufsc.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), mestre e doutor pela PPGECT-UFSC, é docente do Departamento de Química e do PPGECT da UFSC. Florianópolis, SC – BR.

Referências

BAZZO, W.; LISINGEN, I. e PEREIRA, L. T. V. Introdução aos estudos CTS. Madrid: Organização dos Estados Iberoamericanos (OEI), 2003.

BOYD-KYMBALL, D. Adaptive instructional aids for teaching a blind student in a nonmajors college chemistry course. *Journal of Chemical Education*, v.89, n.11, p. 1395-1399, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília: MEC/SEESP, 2007a.

BRASIL. Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República. Comitê de Ajudas Técnicas – CAT. Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007 b. Disponível em: <http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf>. Acesso em: 19 agosto 2012.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva. Brasília: CORDE, 2009

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Educação Superior-número de alunos com deficiências matriculados nos cursos de graduação presencial, sequenciais e a distância. 2010.

BROWN, A.; PETTIFER, S. e STEVENS, R. *Evaluation of a non-visual molecule browser*. The Sixth International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, p.40-47, 2004. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1028639>>. Acesso em: 11 janeiro 2014.

CAMARGO, E.P. e NARDI, R. Dificuldades e alternativas

encontradas por licenciados para o planejamento de atividades de ensino de eletromagnetismo para alunos com deficiência visual. *Investigações em ensino de ciências*, v. 12, n.1, p. 55-69, 2007.

CASTRO, A.S.A.; SOUZA, L.R. e SANTOS, M.C. Contribuições da Tecnologia Assistiva para inclusão educacional a rede pública de ensino de Feira de Santana. In: MIRANDA, T.G. e GALVÃO FILHO, T.A (Org.). *O professor e a educação inclusiva: formação, práticas e lugares*. Salvador: EDUFBA, 2012. p. 299-320.

COUTO JUNIOR, D.R. e REDIG, A.G. A Tecnologia Assistiva nos processos de leitura e escrita na educação inclusiva. *Informática na Educação: teoria & prática*, v.15, n.2, p. 45-58, 2012.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. *Revista Scientia e Studia*, v. 2, n.4, p. 493-518, 2004.

CUPANI, A. *Filosofia da Tecnologia: um convite*. Florianópolis: Ed. UFSC, 2011.

EASTIN. *European Assistive Technology Information Network*. Final Report. 2005. Disponível em: <<http://www.eastin.eu/pt-pt/generalInfo/list/page2>>. Acesso em: 12 julho 2013.

EUSTAT. *Educação em tecnologias de apoio para utilizadores finais: linhas de orientação para formadores*. 1999. Disponível em: <http://www.siva.it/research/eustat/download_por.html#UserGuide>. Acesso em: 15 julho 2013.

FAÇANHA, A.R.; LIMA, L.S.; ARAÚJO, M.C.C.; CARVALHO, W.V. e PEQUENO, M.C. Auxiliando o processo de ensino-aprendizagem do Braile através de dispositivos *touch screen*. *Informática na Educação: teoria & prática*, v.15, n.2, p. 153-169, 2012.

FERRONATO, R. *A construção de instrumento de inclusão no*

ensino de Matemática. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

FLAIR, M.N e SETZER, W.N. An olfactory indicator for acid base titrations: a laboratory technique for the visually impaired. *Journal of Chemical Education*, v.67, n.9, p. 795-796, 1990.

FEENBERG, A. O que é filosofia da tecnologia? In: NEDER, R. T. (Org). Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília. 2010, p. 40-51.

FEENBERG, A. Racionalização subversiva: tecnologia, poder e democracia. In: NEDER, R. T. (Org). Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília. 2010, p. 105-128.

GALVÃO FILHO, T.A. *Tecnologia assistiva para uma escola inclusiva*: apropriação, demanda e perspectivas. 2009. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal da Bahia, 2009.

GALVÃO FILHO, T.A. A Tecnologia Assistiva: de que se trata? In: MACHADO, G.J.C. e SOBRAL, M.N. (Org.). *Conexões*: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade. Porto Alegre: Redes Editora, 2009, p. 207-235.

GALVÃO FILHO, T.A. A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios. *Revista Interideias*, v.2, n.1, p. 25-42, 2013.

GARCÍA, J.C.D. e GALVÃO FILHO, T.A. *Pesquisa Nacional de Tecnologia Assistiva*. São Paulo: ITS BRASIL/MCTI-SECIS, 2012.

GARCÍA, M.L.B., CALDERA, M.I.F. e JIMÉNEZ, V.M. El aprendizaje de las ciencias en niños ciegos y deficientes visuales. *Revista Integración*, v. 38, p. 25-34, 2002.

GASPARETTO, M.E.R.F.; MONTILHA, R.C.I.; ARRUDA, S.M.C.P.; SPERQUE, J.; AZEVEDO, T.L. e NOBRE, M.I.R. Utilização de recursos de Tecnologia Assistiva por escolares com deficiência visual. *Informática na Educação: teoria & prática*, v.15, n.2, p. 113-130, 2012.

GONÇALVES, F.P.; REGIANI, A.M.; AURAS, S.R.; SILVEIRA, T.S.; COELHO, J.C. e HOBMEIR, A.K.T. A educação inclusiva na formação de professores e no ensino de Química: a deficiência visual em debate. *Química Nova na Escola*, v. 35, n.4, p. 264-271, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Assistive products for persons with disability – Classification and terminology*. ISO 9999: 2011.

KASTRUP, V.; SAMPAIO, E.; ALMEIDA, M.C. e CARIJÓ, F.H. O aprendizado da utilização da substituição sensorial visuo-tátil por pessoas com deficiência visual: primeiras experiências e estratégias metodológicas. *Psicologia & Sociedade*, v. 21, n. 2, p. 256-265, 2009.

NEELY, M.B. Using technology and other assistive strategies to aid students with disabilities in performing chemistry lab tasks. *Journal of Chemical Education*. v. 84, n.10, p. 1697-1701, 2007.

NEPPEL, K.; OLIVER-HOYO, M.T.; QUEEN, C. e REED, N. A Closer Look at Acid-Base Olfactory Titrations. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n. 4, p. 607-610, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Classificação Internacional da funcionalidade, incapacidade e saúde*. 2001. Disponível em: <http://www.periciamedicadf.com.br/cif2/cif_portugues.pdf>. Acesso em: 02 janeiro 2012.

PEREIRA, F.; SOUSA, J.A.; MATA, P. e LOBO, A.M. Desenvolvimentos no ensino de química a cegos e a grandes amblíopes. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, v.112, p. 7-15, 2009.

PEÑA, C.G.R. La educación en ciencia para niños y jóvenes con discapacidad visual. *Revista Educarnos*, v. 2, n. 7, p. 117-131, 2012.

POSTMAN, N. *Tecnopólio*: a rendição da cultura à tecnologia. São Paulo: Editora Nobel, 1994.

RAPOSO, P.N e MÓL, G.S. A diversidade para aprender conceitos científicos: a resignificação do Ensino de Ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Org.). *Ensino de Química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p. 287-311.

ROCHA, E.F. e CASTIGLIONI, M.C. Reflexões sobre recursos tecnológicos: ajudas técnicas, tecnologia assistiva, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, v. 16, n. 3, p. 97-107, 2005.

SOLER, M.A. *Didáctica Multisensorial de las Ciencias*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SUPALO, C. Techniques To Enhance Instructors' Teaching Effectiveness with Chemistry Students Who Are Blind or Visually Impaired. *Journal of Chemical Education*, v. 82, n.10, p. 1513-1518, 2005.

SUPALO, C.A. e KENNEDY, S.H. Using commercially available techniques to make organic chemistry representations tactile and more accessible to Students with blindness or low vision. *Journal of Chemical Education*, v. 91, n. 10, p. 1745-1747, 2014.

SUPALO, C., MALLOUK, T.; RANKEL, L.; AMOROSI, C. e GRAYBILL, C. Low-cost laboratory Adaptations for Precollege Students Who Are Blind or Visually Impaired. *Journal of Chemical Education*, v. 85, n. 2, p. 243-258, 2008.

SUPALO, C.; WOHLERS, D e HUMPHREY, J.H. Students with Blindness Explore Chemistry at 'Camp Can Do'. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2011/2012.

TAVEIRA, C.C. e ROSADO, L.A. Tecnologia Assistiva (TA) e alunos com deficiência visual: um recorte sobre representações na disputa entre Braille e Dosvox. *Novas Tecnologias na Educação*, v. 8, n. 2, p. 1-13, 2010.

TORRES, E.F; MAZZONI, A.A, e MELLO, A.G. Nem toda pessoa cega lê em Braille nem toda pessoa surda se comunica em língua de sinais. *Educação e Pesquisa*, v. 33, n. 2, p. 369-385, 2007.

UNITED STATES of AMERICA Department of Education. National Classification of System for Assistive Technology Devices e Services. Edição revisada em 2000.

Abstract: *Assistive technology and chemistry teaching: reflections about the educational process of blind and teacher training.* This work aims to present reflections on assistive technology and chemistry teaching to blind students through an analysis of the literature. This is based on study about technology. In light of what is presented by scholars the meanings of assistive technology are discussed, and a review of works related to it is exposed. First, in education as a whole, then, about chemistry teaching. The main argument is the importance to confront understandings of assistive technology that reduces artifacts and equipment, as well as the vision of instrumentalism in relation to technology. These concepts may lead to the wrong understanding that assistive technology by itself meets the needs of blind students in chemistry classes. To solve this, the study points implications for teaching and learning of chemistry, as well discuss about teachers training in this area.

Keywords: assistive technology, blind, chemistry teaching.

Os estágios e a formação inicial de professores: experiências e reflexões no curso de Licenciatura em Química da UEL

Fabiele Cristiane Dias Broietti e Enio de Lorena Stanzani

Este artigo tem como objetivo apresentar e discutir os Estágios desenvolvidos no curso de Licenciatura em Química da UEL. São apresentados recortes textuais das atividades produzidas nos Estágios, a fim de discutir as reformulações implementadas e suas implicações na formação dos licenciandos. As atividades propostas no Estágio de Observação possibilitaram que os estudantes focassem aspectos relevantes das interações que se estabelecem no ambiente escolar, articulando teorias explicativas que embasam os acontecimentos vivenciados. Na organização proposta no Estágio de Regência, os estudantes, ao assumirem a função de professores, buscaram fundamentar a prática na pesquisa, discutindo e modificando sua atuação docente. Nesse sentido, os estágios do curso de Licenciatura em Química da UEL têm procurado atender as necessidades formativas mediante as modificações já realizadas, ressaltando a relevância de constantes reflexões e mudanças que busquem impactar a formação dos futuros professores.

► formação inicial, química, estágios ◀

Recebido em 19/03/2015, aceito em 17/10/2015

306

Os desafios impostos na realidade da educação brasileira sugerem que a formação desenvolvida nos cursos de Licenciatura seja construída mediante a integração de distintos conhecimentos, articulando teoria e prática, e seja concretizada em uma proposta curricular que prepare os estudantes com qualidade científica e princípios didáticos para o exercício da docência.

Contudo, discutir questões acerca da formação inicial requer foco e objetivo de investigação, uma vez que a literatura a respeito é intensa e diversificada. Azevedo et al. (2012) descrevem a trajetória dos modelos de formação inicial oferecidos aos professores no Brasil. Os autores afirmam que embora nos últimos 40 anos a formação de professores tenha se tornado uma temática central de discussões, com mudanças qualitativas relevantes, tanto em nível de exigência como no papel desempenhado pelo docente, a formação oferecida atualmente permanece sem alterações significativas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica (Brasil, 2015) apresentam alguns pressupostos e fundamentos teóricos de uma desejável formação de professores, estabelecendo parâmetros a serem acolhidos por tais cursos. No que diz respeito à duração e à carga horária dos cursos de Licenciatura

(Brasil, 2015), fica estabelecida a carga horária mínima de 3200 horas, distribuídas em: 2200 horas dedicadas às atividades formativas relacionadas a formação geral e profissional; 400 horas para Estágio Supervisionado como componente curricular; 400 horas para prática de ensino como componente curricular; e 200 horas para atividades acadêmico-científico-culturais.

Em relação às horas destinadas às práticas de ensino (400h), essas devem permear a formação desde o início do curso, estando presente em toda a grade curricular, nos distintos componentes curriculares, não somente nas disciplinas pedagógicas, possibilitando ao licenciando colocar em prática atividades ou situações de ensino que visem transformar o conhecimento científico em conhecimento escolar. Quanto à carga horária destinada ao Estágio Supervisionado, as Diretrizes preveem sua realização nas escolas a partir da metade do curso, possibilitando atividades que abarquem todos os aspectos do ambiente escolar (Broietti; Barreto, 2011).

Com relação ao Estágio Supervisionado, de acordo com Carvalho (2012), esses devem ser planejados de forma a criar condições para que todas as atividades desenvolvidas possam ser sistematizadas, discutidas e teorizadas. Para a autora, o Estágio deve contribuir para que o futuro professor

compreenda a escola, em toda a sua complexidade, deve servir também como campo de observação dos processos de ensino e de aprendizagem com a finalidade de subsidiar discussões teóricas e de inovações pedagógicas.

Diante desse contexto de importância e pertinência dos Estágios Supervisionados na formação profissional docente, pretende-se apresentar e discutir os Estágios desenvolvidos no curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Londrina (UEL) como espaços de reflexão e discussão acerca de temas relacionados à formação docente, visando subsidiar tanto a prática do futuro professor em sala de aula como a aprendizagem dos estudantes da Educação Básica.

O contexto da pesquisa

O curso de Química da UEL foi criado em 25 de maio de 1972 e entrou em funcionamento em 16 de fevereiro do ano seguinte, sendo reconhecido em 16 de dezembro do mesmo ano. Na ocasião, a Licenciatura era a única habilitação ofertada pelo curso, com 20 vagas no período vespertino.

A primeira reformulação curricular do curso ocorreu no ano de 1978, a fim de atender as exigências do Ministério da Educação. No ano seguinte, o curso foi novamente reformulado, passando a ofertar as habilitações em Licenciatura e Bacharelado. No ano de 1996 foi criado o curso de Química noturno, habilitação em Licenciatura, juntamente com o curso integral, habilitação em Bacharelado, com a opção em Química Tecnológica.

No ano de 2005 aconteceu uma nova reformulação curricular. Nessa reforma, o curso, que antes tinha duração de quatro anos e meio, passou a ter quatro anos de duração; foram incorporadas ao currículo as disciplinas de Iniciação à Pesquisa, Filosofia da Ciência – ambas no 1º semestre do curso – e História de Química, no terceiro ano.

Desde então, a área de Ensino de Química vem crescendo consideravelmente dentro do Departamento de Química da UEL, tanto em número de docentes, quanto em projetos destinados à melhoria da formação inicial e continuada de professores. Dentre esses projetos destacamos o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), o Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR), o Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), o Programa de Consolidação das Licenciaturas (Prodocência) e o Programa Novos Talentos, todos fomentados pela CAPES. Em âmbito estadual temos Universidade sem Fronteiras (SETI¹) e o Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE/SEEd²). Todos esses programas apresentam como objetivo central a melhoria da formação inicial e continuada dos profissionais da educação, bem como o aumento da qualidade do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes da Educação Básica.

Em 2010 a grade curricular da Licenciatura foi novamente reformulada. Dessa vez quatro novas disciplinas foram adicionadas ao currículo e distribuídas ao longo dos

quatro anos de graduação. Química na Escola I, Química na Escola II, Ciclo de Leituras e Libras passaram a fazer parte das disciplinas que voltam suas discussões ao professor e sua formação.

Analisando a grade curricular do curso de Licenciatura em Química da UEL³ e suas reestruturações durante os últimos anos é possível evidenciar a preocupação dos formadores em tornar o curso cada vez mais direcionado à formação do professor, deixando de ser um mero apêndice ao curso de Bacharelado. A inclusão de disciplinas como Química na Escola I, que desde o primeiro ano do curso procura integrar o licenciando ao ambiente escolar, é exemplo desse empenho para a melhoria do processo formativo.

No que diz respeito aos Estágios Curriculares Obrigatórios, a seguir, descrevemos brevemente seus objetivos.

A disciplina de Metodologia do Ensino de Química e Estágio Supervisionado I tem por objetivo discutir a proposta da disciplina de Química no Ensino Médio (EM), abordar as principais teorias de aprendizagem de Ciências, destacando as tendências educacionais para o ensino de Química: atividades alternativas e a experimentação no processo de ensino e de aprendizagem da disciplina; funções da linguagem no processo de formação de conceitos; o uso de modelos e analogias no ensino de Química, visando destacar a relevância desse ensino para a formação do cidadão.

Na disciplina Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado II, o contato ativo com a realidade escolar (Estágio de Observação) propicia ao futuro professor, em uma perspectiva crítica, conhecimentos básicos relativos às condições em que se realizam o trabalho, a gestão e a participação na Educação Básica. Também possibilita o estudo de referenciais teóricos pertinentes à área, para que o licenciando possa estar preparado para analisar, criticamente, o ambiente escolar.

Por meio de atividades como a elaboração e o desenvolvimento de aulas práticas para estudantes do EM, produção de material didático para os conteúdos de Química, estudos para a construção, organização, uso e manutenção de laboratório de Ensino de Química, e planejamento do destino de resíduos químicos gerados no laboratório de nível médio, a disciplina Instrumentação para o Ensino de Química e Estágio Supervisionado III tem como objetivo mostrar ao licenciando que as atividades experimentais são importantes para a construção do conhecimento do cidadão e que, em qualquer atividade experimental a ser desenvolvida, deve-se ter clara a necessidade de períodos pré e pós-atividade, visando a construção dos conceitos, explorando os conhecimentos prévios e a experiência pessoal na busca por motivar, contribuir e facilitar a (re) construção do conhecimento.

Em Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado IV, os licenciandos trabalham a elaboração e o desenvolvimento de aulas experimentais e teóricas para estudantes do EM (Estágio de Regência), além de outras atividades relacionadas à docência. Nesse contexto, o Estágio Curricular é um espaço de construção de aprendizagens significativas

no processo de formação dos professores, pois proporciona o contato do estudante-estagiário com a Educação Básica, possibilitando a articulação entre teoria e prática.

Apesar do panorama apresentado demonstrar-se satisfatório, cabe ressaltar que ainda existem fragilidades a serem superadas, uma vez que muitos acadêmicos apresentam-se reticentes às mudanças e inovações metodológicas, justificadas pela vivência de práticas pedagógicas tradicionais e pela crença de que para ensinar química é preciso grandes recursos, um laboratório equipado e que o uso de estratégias inovadoras requer esforço (Maldaner, 2003).

No tópico seguinte descrevemos, de forma mais detalhada, como ocorrem os Estágios de Observação e de Regência no curso de Licenciatura em Química, foco da experiência aqui relatada.

Relatando nossa experiência com os Estágios

O Estágio de Observação do curso de Licenciatura em Química da UEL é desenvolvido no componente curricular do 3º ano do curso, possui carga horária de 112h, sendo 56h práticas e 56h teóricas, com duração de um semestre. Os estudantes frequentam as aulas semanalmente na universidade e ainda desenvolvem suas atividades na escola, paralelamente.

Nas aulas teóricas, ministradas por um único docente da área de Ensino de Química, são discutidos tópicos importantes relacionados à Educação Química – Teorias de Aprendizagem, Mapas Conceituais, Contextualização, Modelos e Analogias, Abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) – entre outros. Nas atividades práticas, orientadas pelos docentes da área de Ensino de Química, as propostas são adaptadas do livro *Os Estágios nos Cursos de Licenciatura* escrito por Carvalho (2012), no qual cada tipo e fase de estágio são problematizados de maneira específica.

No Estágio de Observação, segundo Carvalho (2012), é necessário conhecer a escola e entendê-la como local de trabalho do professor, sendo assim, a observação realizada nesse local não pode ser aleatória e inocente, deve ser orientada, guiada à luz dos objetivos dessa investigação. Desse modo, orientamos a observação dos estagiários de acordo com as temáticas a seguir.

1. *Observando e Problematizando a Escola*: nesta etapa os licenciandos são levados a observar a parte física e organizacional da escola, além de conhecer os documentos norteadores das ações escolares (Projeto Político Pedagógico, regimentos), com a finalidade de identificar as influências desses documentos no funcionamento do estabelecimento de ensino e nas relações entre os membros da comunidade escolar.
2. *Observações Priorizando as Interações Verbais Professor-Estudiante*: nesta etapa os licenciandos devem analisar o papel do professor ao discutir o conteúdo a ser ensinado, sua interação com os estudantes, os processos de aprendizagem e a participação dos alunos no contexto.

3. *Observações Priorizando o Conteúdo Ensinado*: nesta etapa os licenciandos são orientados a identificar, nas aulas observadas e nas questões propostas pelo professor, aspectos que evidenciem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Além disso, devem observar se o professor faz uso de ferramentas tecnológicas e se esses recursos alteram o modelo de aula ou provocam mudanças no comportamento dos estudantes.

4. *Observações do Processo de Avaliação*: nesta etapa os licenciandos devem tomar ciência do sistema de avaliação adotado pela escola e seguido pelo professor, dos instrumentos utilizados e de como os estudantes respondem a essa avaliação.

Para cada temática, que também consiste em uma etapa do Estágio, os estudantes seguem orientações específicas de observação, selecionadas pelos orientadores de Estágio, contidas no referencial teórico utilizado. Como exemplo, apresentamos, no Quadro 1, alguns dos problemas solicitados em cada uma das etapas.

Cada etapa é realizada individualmente pelos licenciandos, na escola escolhida para realizar o Estágio de Observação, sendo que os resultados obtidos em cada uma delas devem ser sistematizados na forma de um relatório parcial, corrigido e devolvido ao licenciando para alterações, caracterizando uma construção constante. Esses relatórios também são discutidos em reuniões que acontecem mensalmente na universidade, nas quais os licenciandos relatam as observações, com a presença dos orientadores.

Nessas reuniões os problemas propostos são lidos e os estudantes descrevem suas observações, trocam informações, debatendo suas experiências e lançando possíveis sugestões acerca das situações vivenciadas.

Além da resolução dos problemas, os estagiários desenvolvem um relatório de atividade semanal, que consiste na descrição detalhada das atividades observadas na escola, com destaque do seu posicionamento frente ao cenário investigado.

Ao término do Estágio, cada uma das temáticas caracteriza um capítulo do relatório final. Nesse relatório a carga horária desenvolvida na disciplina é registrada mediante ficha de acompanhamento, datada e assinada pelo professor regente da escola e pelo orientador do Estágio, periodicamente.

O Estágio de Regência do curso de Licenciatura em Química é desenvolvido no componente curricular do 4º ano do curso e possui carga horária de 144h. Os estudantes participam de reuniões quinzenais na universidade e ainda desenvolvem suas atividades na escola, paralelamente. Nessa disciplina cada docente da área de Ensino de Química fica responsável por orientar de quatro a seis licenciandos, de acordo com o número de estudantes matriculados.

Concordamos com Carvalho (2012), ao defender a importância das atividades de regência e, principalmente, a ideia de continuidade dos Estágios:

[...] *todas as atividades de regência, ao fazer com que os estagiários enfrentem uma classe na função*

Quadro 1: Alguns dos problemas propostos no Estágio de Observação

Etapas	Problemas
1) Observando e Problematizando a Escola	1) Caracterize a escola: nome, localização, níveis de ensino, horário de funcionamento, número de turmas, número de professores, número de estudantes, recursos materiais – salas de aula, laboratórios, biblioteca, sala de computação etc. 2) Leia o Regimento Escolar procurando conhecer: (a) quem o organizou; (b) qual a concepção de avaliação, recuperação, promoção que esse regimento mostra; (c) quais as atribuições dadas pelo regimento à direção, à coordenação, aos professores e aos estudantes.
2) Observações Priorizando as Interações Verbais Professor-Estudante	1) Em três diferentes tipos de aula (por exemplo, aula expositiva, de problemas e de laboratório) ou em aulas de três diferentes professores, observe e tome nota das questões feitas. Procure, após as aulas, categorizar essas questões para uma melhor discussão com seus pares ou no relatório. Pode incluir nessas questões as perguntas já obtidas na atividade anterior. 2) Em uma aula, observe as tríades I-R-F, prestando atenção em como o professor fala após o estudante responder à sua pergunta. Observe o estudante que respondeu e também os outros estudantes, enquanto o professor dá o seu <i>feedback</i> . Tome nota dessas participações e após a aula, classifique-as de acordo com sua diretividade.
3) Observações Priorizando o Conteúdo Ensinado	1) Assista a uma aula em que o professor vai iniciar um novo tópico. Procure identificar nas falas do professor os três tipos de conteúdos propostos pelo PCN: conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal. 2) Nessa mesma aula, procure verificar como o professor buscou contextualizar o conteúdo a ser ensinado, relacionando-o ao desenvolvimento social, aos conhecimentos espontâneos dos estudantes ou mesmo à epistemologia do próprio conteúdo.
4) Observações do Processo de Avaliação	1) Assista a uma sequência didática completa em uma sala de aula. Nessas aulas, o professor utilizava a avaliação como “moeda de troca” para disciplinar a classe (por exemplo: “fiquem quietos e prestem atenção porque isso vai cair na prova”, “se vocês não pararem de conversar, vou dar uma prova”) ou como uma ameaça (por exemplo: “é bom lembrar que na próxima semana teremos uma prova”). 2) Analise os instrumentos de avaliação utilizados pelo professor durante uma sequência didática ou um bimestre escolar. Existe coerência entre os conteúdos ensinados (conceituais, procedimentais e atitudinais) e os instrumentos de avaliação?

Fonte: adaptado de Carvalho (2012).

de professor, devem promover condições para que eles possam discutir sua atuação didática, avaliando sua própria prática sob os mesmos pontos de vista que avaliaram o professor no estágio de observação (Carvalho, 2012, p.65).

No Estágio de Regência propomos atividades nas quais os estagiários simulem e/ou estejam desenvolvendo atividades na escola (Quadro 2).

As atividades propostas são desenvolvidas paralelamente, ou seja, enquanto planejam suas miniaulas, suas sequências didáticas, com a ajuda do orientador de Estágio, já estão presentes nas escolas, vivenciando o ambiente escolar.

Em todos os momentos desse Estágio discutimos não apenas as estratégias de ensino que devem ser adequadamente utilizadas, mas a linguagem, a postura do professor, erros conceituais, ou seja, tudo o que pode influenciar o andamento de sua aula. Também concentramos grande atenção às atividades propostas pelos estagiários em suas aulas, o material didático utilizado e sua concepção de avaliação.

Ao final desse Estágio, os estudantes elaboram uma espécie de monografia, relatando e discutindo os resultados obtidos no desenvolvimento da sua SD, com base nos referenciais teóricos estudados.

Em ambos os Estágios são propostas atividades que além de abordar aspectos práticos como gestão de sala de aula, interação professor-estudante-escola e trâmites burocráticos,

buscam estabelecer relações com os aspectos teóricos discutidos em distintos componentes curriculares ao longo do curso de licenciatura, visando proporcionar uma formação ampla e que ao mesmo tempo dê conta das especificidades do trabalho docente.

As discussões promovidas nos Estágios possibilitam um repensar das ações realizadas e um aprimoramento nas etapas seguintes, permitindo que o licenciando reflita sobre suas ações, tanto individualmente quanto no coletivo, na busca por superar fragilidades e dificuldades encontradas em seu processo de formação. Corroborando as ideias apresentadas e discutidas, de acordo com Pimenta e Lima (2004), é necessário:

[...] considerar o planejamento, o desenvolvimento e a avaliação dos estágios em um processo negociado e compartilhado entre os professores orientadores, os estagiários e as escolas. Dessa forma, o projeto de estágio pode se constituir em projeto de pesquisa colaborativa da prática dos envolvidos (Pimenta; Lima, 2004, p.215).

Nesse sentido, os estágios têm proporcionado aos licenciandos a oportunidade de elaborarem hipóteses, realizarem testes investigativos e refletirem sobre o significado dos resultados alcançados, em busca da (re)significação dos conhecimentos científico e didático.

Quadro 2: Descrição das atividades realizadas no Estágio de Regência

Discussão de textos	Leitura e discussão de artigos científicos que abordam questões educacionais atuais referentes ao ensino de ciências, em especial ao ensino de química.
Elaboração e apresentação de miniaula ⁴	A miniaula deverá estar fundamentada na abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2009), na abordagem CTSA (Santos; Auler, 2013) e na Experimentação Investigativa (Carvalho, 2013), entre outras abordagens. As miniaulas são realizadas ao longo do ano, individualmente. E devem ter duração de 30 a 40 min. Os temas são sorteados. No dia da apresentação da miniaula deve ser entregue ao orientador de estágio o plano de aula e materiais correspondentes. Os demais orientadores e colegas da turma também realizam uma avaliação.
Elaboração e desenvolvimento de aulas experimentais	Ao longo de cada semestre o estagiário de regência deve desenvolver na escola uma atividade experimental de caráter investigativo, fora da Sequência Didática ⁵ (SD). Para cada atividade experimental o estagiário deverá elaborar: plano de aula, roteiro e um relatório descrevendo o desenvolvimento e os resultados alcançados com a atividade.
Elaboração e desenvolvimento de projeto de ensino – Sequência Didática (SD)	Elaboração de uma SD que visa contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de química e com a formação do futuro professor de química. Deverá ser realizada uma SD por semestre de no mínimo 4 aulas cada, podendo esta ser realizada individualmente ou em dupla. A SD, assim como as miniaulas, deverá estar fundamentada nos referenciais citados anteriormente. Sendo assim, há a necessidade de se utilizar um tema, que envolva os conceitos químicos específicos.
Entrega do relatório da SD	Ao final do semestre os estudantes entregam relatório em forma de artigo que apresenta as etapas do desenvolvimento, os resultados alcançados e uma auto avaliação da SD.
Apresentação dos resultados da SD	Ao final do semestre os estudantes apresentam aos demais colegas e orientadores de estágio, os resultados oriundos do desenvolvimento da SD.

Fonte: os autores.

Uma análise das propostas implementadas

Nesta seção serão apresentados recortes das atividades produzidas pelos licenciandos durante o desenvolvimento dos Estágios. Os estudantes serão identificados pela sigla AnoELx – ano da disciplina, estudante de licenciatura, número de identificação.

Os dados serão discutidos separadamente. Em um primeiro momento serão apresentadas as análises referentes ao Estágio de Observação, parte prática, desenvolvido no ano de 2013 e, em seguida, os dados concernentes ao Estágio de Regência do ano de 2013 e do primeiro semestre de 2014.

O Quadro 3 expõe um problema de cada etapa proposto ao longo do Estágio de Observação e as resoluções dos estudantes.

Cada problema resolvido é discutido nas reuniões realizadas na universidade e entregue ao orientador para correção. Antes da próxima reunião em que serão solicitados novos problemas, as atividades anteriores são devolvidas aos licenciandos com comentários. Essa sistemática tem por finalidade identificar lacunas e acertos para que os próximos problemas sejam resolvidos em concordância à proposta estabelecida no referencial utilizado.

Além da resolução dos problemas também são avaliados os relatórios semanais. Nesses os licenciandos anotam, de maneira detalhada e crítica, as aulas e/ou outras atividades que eles acompanham durante o período de estágio. Essa atividade também é corrigida pelo professor orientador e

devolvida aos licenciandos periodicamente.

É possível evidenciar a influência dos problemas propostos no desenvolvimento dos relatórios semanais, sendo que esses vão se tornando mais elaborados e ricos em detalhes, ao longo do processo de observação e discussões na universidade. Nos primeiros relatórios semanais percebemos certa imaturidade dos licenciandos ao relatarem as observações, realizando descrições e avaliações muito superficiais dos acontecimentos escolares, mesmo com a orientação dos docentes da universidade. Porém, com o desenvolvimento simultâneo dos problemas, os estudantes voltam seus olhares aos aspectos relevantes da interação entre professores e estudantes, do contato entre os próprios estudantes, da gestão do professor – de sala, de conteúdo –, da interação entre os estudantes e o conhecimento científico, dentre outros fatores importantes para a sua formação.

Todos esses aspectos são discutidos e problematizados nas reuniões realizadas na universidade, com a presença dos licenciandos e dos respectivos orientadores de Estágio.

Segundo Carvalho (2012), todo o trabalho desenvolvido nas escolas tem teorias explicativas que dão suporte tanto aos planejamentos quanto aos acontecimentos a serem observados e vivenciados pelos estagiários. Estabelecer a relação entre a teoria e a prática foi exatamente o que nos propusemos com essa organização, além de buscar fornecer aos futuros professores condições para uma ruptura de visões simplistas acerca da docência.

No Estágio de Regência são também trabalhados textos

Quadro 3: Problemas propostos no Estágio de Observação e resultados

Problemas	Resultados
<p>1) Leia o Regimento Escolar procurando conhecer: (a) quem o organizou; (b) qual a concepção de avaliação, recuperação, promoção que esse regimento mostra; (c) quais as atribuições dadas pelo regimento à direção, à coordenação, aos professores e aos estudantes (Carvalho, 2012, p. 6).</p>	<p>(a) A escola possui um regimento elaborado pela Diretora T.T. e pela pedagoga Z. R. A. Há uma cópia desse documento à disposição na biblioteca da escola. (b) Segundo esse documento a avaliação é um processo interativo a partir do qual educadores e educandos aprendem sobre si, sobre a realidade escolar no ato da avaliação, busca a compreensão das dificuldades do educando e uma dinamização de novas oportunidades de conhecimento a serviço do projeto pedagógico. A recuperação paralela é feita continuamente por meio de revisão de conteúdos e, posteriormente, por provas escritas. A avaliação final deverá considerar para efeito de promoção os resultados obtidos durante o período letivo, incluindo a recuperação. A média para promoção deverá ser maior ou igual a 6,0 atendendo o regimento de escola e a resolução 3794/04. (c) Segundo o regimento os atributos da direção são: presidir, assessorar, incentivar e estimular todas as atividades que visem atingir os objetivos propostos no PPP. A equipe pedagógica juntamente com a coordenação devem assumir a proposta pedagógica, assessorar o professor, elaborar planos de recuperação, envolver a comunidade, acompanhar a efetivação do PPP, dentre outras atribuições. Ao professor é atribuída liberdade de aprender, ensinar e pesquisar. Deve proporcionar igualdade de condições para o acesso e a permanência do estudante no colégio. Aos estudantes cabe comparecer pontualmente e uniformizados ao estabelecimento de ensino em período de aula ou atividades extraclases e permanecer até o término do período, ter comportamento social adequado, tratando os servidores do colégio e colegas com civilidade e respeito, além de cooperar na manutenção da higiene e das instalações escolares, responsabilizando-se por danos que vierem a causar ao patrimônio. (2013EL01)</p>
<p>Em três tipos diferentes de aula (por exemplo, aula expositiva, de problemas e de laboratório) ou em aulas de três diferentes professores, observe e tome nota das questões feitas. Procure, após as aulas, categorizar essas questões para uma melhor discussão com seus pares ou no relatório (Carvalho, 2012, p. 22).</p>	<p>As aulas observadas foram ministradas por uma única professora e foram apenas aulas expositivas. As perguntas foram classificadas de acordo com o livro <i>Os estágios nos cursos de licenciatura</i> em: (1) perguntas retóricas; (2) perguntas sem sentido; (3) perguntas de complementaridade; (4) perguntas com somente duas possibilidades de respostas e (5) perguntas que levam o estudante a raciocinar. Questões observadas e classificadas:</p> <p>(1) Quem faz ligação covalente é ? Ametal, semimetal e hidrogênio.</p> <p>(2) Certo? Estão entendendo? Posso continuar?</p> <p>(3) A distribuição eletrônica do carbono é: $1s^2 2s^2$?</p> <p>(4) Quem tem 7 elétrons na última camada ganha ou perder elétrons?</p> <p>(5) Contexto – A professora, após representar a estrutura eletrônica incompleta do CCl_4, apresentando apenas 1 átomo de carbono e 1 átomo de cloro, pergunta: o átomo de cloro está estável? e o átomo de carbono? O que temos que fazer para estabilizar o átomo de carbono? (2013EL04)</p>
<p>Assista a uma aula em que o professor vai iniciar um novo tópico. Procure identificar nas falas do professor os três tipos de conteúdos propostos pelo PCN: conteúdos conceitual, procedimental e atitudinal (Carvalho, 2012, p. 34).</p>	<p>Analisando as falas da professora a seguir:</p> <p>- Pessoal, só mais uma curiosidade, respondam para mim: por que o óleo fica trifásico se as substâncias são apolares? Sabendo que substâncias apolares se misturam em outras apolares, porque o óleo ficou com 3 fases? (a professora desenha no quadro um recipiente com um óleo corporal trifásico, em que representou a parte de cima como sendo um óleo de semente de uva, a do meio como óleo de amêndoas e a que fica embaixo como óleo de argan). Podemos notar nessa fala um tipo de conteúdo conceitual. É uma fala que abre portas para dúvidas e raciocínio, podendo utilizar-se de conhecimentos que os estudantes já trazem e dar espaço para que exponham seus conhecimentos. (2013EL03)</p>
<p>Assista uma sequência didática completa em uma sala de aula. Nessas aulas, o professor utilizava a avaliação como “moeda de troca” para disciplinar a classe (por exemplo, “fiquem quietos e prestem atenção porque isso vai cair na prova”, “se vocês não pararem de conversar, vou dar uma prova”) ou como uma ameaça (por exemplo, “é bom lembrar que na próxima semana teremos uma prova”?) (Carvalho, 2012, p. 60).</p>	<p>A avaliação na concepção da professora, em uma das conversas que tivemos durante o estágio, é especificamente uma ferramenta para mostrar ao estudante o quanto ele é capaz e o quanto ele aprendeu sobre os conteúdos ensinados. Isso porque, conforme observei, a professora utiliza ferramentas na qual o estudante correlaciona os conteúdos com a sua vida. Não me lembro de nenhum momento em que a professora tenha utilizado a avaliação como moeda de troca ou como algo para prender a atenção. (2013EL08)</p>

Fonte: os autores.

extraídos de livros e/ou periódicos da área de Ensino de Ciências/Química que visam fundamentar as ações desenvolvidas no Estágio. Nesse sentido, atividades de leitura e discussão, questionários e seminários são propostos aos licenciandos, uma vez que esses deverão desenvolver as atividades fundamentadas nos referenciais estudados.

Paralelamente a essas atividades, os licenciandos, em parceria com os orientadores de Estágio e professores dos colégios, devem estabelecer conteúdos e prazos para o desenvolvimento das outras atividades propostas, conforme mencionado no Quadro 2.

Os conteúdos e datas das miniaulas são definidos por meio de sorteio. Após isso, os licenciandos preparam uma aula, dentro de critérios estabelecidos previamente, e apresentam aos demais colegas e orientadores na universidade. Essa atividade é avaliada tanto pelos docentes quanto pelos outros licenciandos que, por meio de uma ficha de avaliação, atribuem pontos a aspectos como: adequação da aula ao EM, criatividade e originalidade nas atividades desenvolvidas, organização do conteúdo, dentre outros. Ao professor cabe avaliar o plano de aula, os recursos utilizados, a postura, a linguagem do licenciando, além dos critérios estabelecidos na ficha de avaliação. Ao término da miniaula é realizada uma discussão acerca dos pontos positivos e negativos, com a participação de todos os envolvidos no processo.

Na atividade experimental são avaliados o plano de aula, o roteiro experimental e o relatório entregue após a realização da atividade nas turmas do EM. No relatório devem ser descritos os pontos positivos e negativos, bem como os resultados das atividades propostas.

Outra atividade que é desenvolvida pelos estagiários, a cada semestre, é a SD. Nessa etapa é fundamental a participação do professor do colégio, tanto no que diz respeito à seleção do conteúdo, à elaboração da proposta, quanto à avaliação do processo. Assim, docentes da universidade, professores da escola e estagiários trabalham juntos na construção, no desenvolvimento e na avaliação da proposta. Durante as aulas que compõem a SD, o orientador acompanha o licenciando no desenvolvimento, avaliando e buscando discutir com o seu estagiário todos os pontos da SD. Ao final do semestre os licenciandos entregam um relatório final e

apresentam os resultados da SD em seminários realizados nas reuniões na universidade.

No Quadro 4 são apresentados alguns temas abordados nas SD durante o ano de 2013, seguido do conteúdo químico relacionado. Neste ano foram desenvolvidas 10 SD.

O total de temas apresentados no Quadro 4 não corresponde ao total de SD elaboradas, uma vez que alguns estudantes optaram pelo mesmo tema e conteúdo químico, porém contemplando propostas distintas.

A título de exemplo, descrevemos a SD desenvolvida pelo estudante 2013EL20.

Os conceitos selecionados para a SD foram: reversibilidade e equilíbrio químico. Para uma abordagem contextualizada do tema – reações químicas no organismo – foram utilizadas algumas reações químicas presentes no organismo humano, tais como: a ação do creme dental durante a escovação, o equilíbrio químico no estômago e na ingestão de medicamentos.

O objetivo dessa SD foi articular os conceitos químicos às situações de vivência dos estudantes, com a utilização de experimentação e leitura dirigida, de forma que os conceitos discutidos auxiliassem na compreensão e na resolução de problemas, desenvolvendo competências e habilidades, em conformidade com as orientações presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o EM (Brasil, 2000) e nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná para o Ensino de Química (Paraná, 2008), que destacam a necessidade do enfoque contextualizado dos conteúdos estruturantes.

As aulas foram fundamentadas na abordagem CTSA (Santos; Auler, 2013), elaboradas contemplando os três momentos pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2009) e baseadas em situações-problema envolvendo reações químicas em equilíbrio presentes no organismo humano.

Como estratégias didáticas foram empregadas atividades experimentais demonstrativo-investigativas por meio das quais os estudantes tiveram a possibilidade de discutir observações, desenvolver habilidades como investigação, interpretação de resultados e comunicação, leituras dirigidas de textos e atividades escritas com finalidade avaliativa.

Foram utilizadas quatro aulas como apresentado no Quadro 5.

Quadro 4: Temas e conteúdos químicos abordados nas SD do ano de 2013

Temas	Conteúdos
Problemas ambientais	Transformações químicas
Reações químicas no organismo	Equilíbrio químico
A importância da conscientização no consumo da água e sua relação com a química no Ensino Médio	Substâncias e misturas
Numerosidade: como os químicos contam	Grandezas químicas
Controle de qualidade na indústria	Soluções
Química e agricultura	Conceitos de ácido e base; tabela periódica
Fontes de energia que movem o mundo	Termodinâmica

Fonte: os autores.

Quadro 5: Base para a elaboração dos três momentos pedagógicos

Aula	1º Momento (PI)*	2º Momento (OC)**	3º Momento (AC)***
1º dia (Aulas 1 e 2)	Problema: “Porque o suco gástrico não destrói as paredes do estômago?” Discussões	Experimento: “Garrafa Azul” e “Desidratação do cloreto de cobalto e a Hidratação do sulfato de cobre” Atividade 1	Texto: “O estômago e o suco gástrico” Atividade 2
2º dia (Aulas 3 e 4)	Problema: Qual é a função da escovação bucal? Será apenas para assepsia? Discussões	Experimento: “Equilíbrio químico Cromato/Dicromato” Atividade 3	Texto: “A química do creme dental” Atividade 4

(PI)*: Problematização Inicial; (OC)**: Organização do Conhecimento; (AC)***: Aplicação do Conhecimento
Fonte: relatório do estudante 2013EL20.

No relatório entregue pelo estudante 2013EL20, ele descreve alguns resultados da SD, como mostra o Quadro 6.

O licenciando destaca alguns imprevistos e falhas evidenciadas ao longo do desenvolvimento da SD, em relação ao conteúdo – Equilíbrio Químico –; aos fenômenos observados nos experimentos; e à dificuldade dos estudantes do EM com atividades de leitura. Esses aspectos são discutidos ao longo das reuniões quinzenais na universidade, como pode ser observado no Quadro 2. A respeito da leitura, a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos sugere a utilização de textos e atividades que estejam relacionadas à produção escrita envolvendo a narrativa, a fim de possibilitar que os estudantes compreendam cientificamente as situações problematizadas, aperfeiçoando a comunicação e a prática discursiva (Gehlen; Maldaner; Delizoicov, 2012).

A seguir são apresentados, no Quadro 7, os temas das

SD desenvolvidas no 1º semestre do ano de 2014, seguidos do conteúdo químico relacionado. Nesse período foram desenvolvidas 13 SD.

O total de temas apresentados no Quadro não corresponde ao total de SD elaboradas, uma vez que alguns estudantes optaram pelo mesmo tema e conteúdo químico, porém contemplando propostas distintas.

Descreveremos a SD do estudante 2014EL03. Essa teve como fundamentação metodológica os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2009) e duração de cinco aulas. Estruturalmente, foram utilizadas duas aulas para discutir o conceito “densidade” e três aulas para os conceitos “energia de ionização”, “afinidade eletrônica”, “eletronegatividade” e “raio atômico”.

O objetivo da SD foi abordar o conteúdo de Propriedades Periódicas, dentre elas, “densidade”, “raio atômico”, “energia

Quadro 6: Resultados da SD descritos pelo estudante 2013EL20

Avaliou-se alguns imprevistos e falhas técnicas ocorridas no desenvolver da unidade. Porém nenhum deles comprometeu o desempenho do trabalho. Em relação às dificuldades apresentadas pelos estudantes, é importante considerar que, dentre os tópicos componentes do currículo de Química, um dos temas que oferecem maior dificuldade para o ensino e aprendizagem é o conteúdo Equilíbrio Químico (SOUZA; CARDOSO, 2008). A reversibilidade das reações de formações de produtos e de reconstrução dos reagentes, bem como o estado de equilíbrio foi um dos aspectos que se evidenciou como problemático, apesar dos dados quantitativos, obtidos por meio das atividades, serem considerados satisfatórios. Isso foi observado no momento das discussões preliminares, nos comentários de alguns estudantes que afirmavam não ser possível produtos e reagentes coexistirem na reação. Isso também é confirmado em um relato de estudo desenvolvido por Jesus et al. (2011) e em uma pesquisa desenvolvida por Machado e Aragão (1996). Outro aspecto importante a ser ressaltado é referente às concepções construídas pelos estudantes mediante os experimentos, pois alguns acreditavam que apenas as reações químicas com presença de evidências, como a mudança de coloração, é que se caracterizavam como reações reversíveis. Portanto, isso foi algo muito discutido e lembrado durante as aulas. Foi observado, também, no decorrer das atividades com os textos, que existiu grande dificuldade de interpretação, fato que pode ser atribuído à pouca leitura dos estudantes. Isso gerou um determinado déficit de compreensão das atividades propostas pois, segundo Francisco Jr. (2010), a leitura desenvolve o conhecimento e a capacidade de interpretação. Em termos de recursos metodológicos utilizados, o tema trabalhado foi fundamental no desempenho da sequência, pois permitiu que os estudantes compreendessem o aproveitamento dos conhecimentos químicos no seu contexto e dia a dia. Por ser um tema que envolve o corpo humano, despertou maior interesse e curiosidade em se conhecer e compreender o equilíbrio químico do nosso organismo. O uso de experimentação se caracterizou como aspecto essencial nas aulas, pois foi uma estratégia de problematização e investigação, na qual os estudantes participaram por meio de questionamentos com o contexto criado no decorrer das atividades e puderam compreender melhor os fenômenos químicos observados, de maneira a facilitar a construção do conhecimento científico, como ressaltado por Guimarães (2009).

A característica principal no desenvolver desta sequência didática foi a interação verbal em sala de aula, que, segundo Carvalho (2012), é uma das principais variáveis na caracterização entre o “fazer lição” e “fazer ciência”, pois essa interação cria um clima de confiança, no qual os estudantes se sentem em liberdade para argumentar e expor suas ideias.

Fonte: relatório final do Estágio de Regência do estudante 2013EL20.

Temas	Conteúdos
Arquimedes e a coroa do Rei Hierão	Densidade
Alimentação	Propriedades periódicas; propriedades coligativas
Drogas e medicamentos	Funções Orgânicas; classificação de cadeias carbônicas; Cinética Química
A Química nossa de cada dia	Química do Carbono e funções orgânicas
A história dos modelos atômicos	Atomística
Os sais do dia a dia	Sais
O álcool e a ferrugem	Oxirredução
O mol, o pão e o Michael Jackson	Quantidade de matéria

Fonte: os autores.

de ionização” e “afinidade eletrônica”, possibilitando que os estudantes fossem capazes de efetuar cálculos de densidade, deduzir problemas e propor soluções. Buscou-se também que os estudantes comparassem os elementos químicos, no que diz respeito às propriedades estudadas, segundo a ordem em que estão distribuídos na Tabela Periódica.

A fim de atingir esse objetivo foram utilizados recursos como experimentação, leitura de textos e jogos didáticos, como apresentado no Quadro 8.

No relatório entregue pelo estudante 2014EL03, ele descreve algumas considerações sobre a SD, como ilustra o Quadro 9.

O licenciando destaca positivamente o papel da experimentação investigativa, ressaltando a participação e o interesse dos estudantes na busca por solucionar o problema proposto e o trabalho coletivo. Menciona também a dificuldade

dos estudantes na compreensão do conteúdo – Propriedades Periódicas – e a participação em aula, o que acabou comprometendo, segundo o licenciando, nos resultados da SD.

As diversas atividades realizadas ao longo do Estágio de regência são avaliadas tanto pelos docentes orientadores como pelos professores do colégio e licenciandos, buscando constituir uma avaliação mais ampla do processo de Estágio.

Seguem fragmentos das autoavaliações dos estudantes, retirados dos relatórios.

Há alguns pontos a melhorar na SD, como a clareza das explicações e maior cuidado com possíveis confusões conceituais. Apesar da confusão de alguns conceitos, houve avanço no conhecimento dos estudantes, como são demonstrados nos gráficos e tabelas no decorrer deste relatório (2014EL03).

Quadro 8: Estrutura da SD elaborada pelo estudante 2014EL03

Aula 1 e 2	Empregou-se uma situação-problema que consistia em avaliar um colar para saber se ele era constituído somente de ouro.	A partir da situação-problema trabalhou-se o conceito “densidade”, utilizando a leitura de um texto e um experimento investigativo no qual os estudantes recebiam um bloco de alumínio e um de cobre; para o cálculo do volume dos blocos, dois grupos deveriam utilizar o método de Arquimedes e os outros dois, régua e cálculos matemáticos.	Para o fechamento da SD foi retomada a problematização inicial e explicado como se pode identificar as substâncias por meio da densidade. Foi entregue uma questão a respeito da composição da taça da Copa do Mundo, para que os estudantes julgassem as sentenças como procedentes ou improcedentes.
Aulas 3, 4 e 5	Foram convidados dois estudantes para irem à frente da sala, e questionaram-se quais eram as semelhanças e diferenças entre eles. Em seguida, indagou-se sobre as diferentes propriedades dos elementos dispostos na Tabela Periódica.	Neste momento foi sugerida a leitura de um texto e posterior discussão relacionando-o com a problemática inicial. Após a leitura e discussão foram explicitadas as propriedades periódicas: raio atômico, afinidade eletrônica, energia de ionização e eletronegatividade.	Ao final foram propostos um jogo didático Super Trunfo da Tabela Periódica e exercícios referentes a todo o conteúdo trabalhado.

Fonte: os autores.

Os estudantes, em sua maioria, são muito dispersos, porém acreditamos ter alcançado o objetivo, visto que na aula prática muitos destes que são dispersos se concentraram para resolver o problema, e todos queriam opinar quanto a qual relação matemática se assemelhava mais entre os dados de outros grupos. Há confusão por parte dos estudantes quanto às diversas propriedades, visto que cada uma delas apresenta uma ordem de variação na Tabela Periódica. Falta empenho por parte dos professores e atenção por parte dos estudantes. Muitos estudantes acabam copiando as informações de seus colegas e isto interferiu na análise dos resultados obtidos.

Fonte: relatório do estudante 2014EL03

Como professor, e autor da presente sequência didática, notei a dificuldade de elaborá-la, porém sua aplicação se mostrou efetiva visto que a todo momento informações de outras aulas eram resgatadas, sendo que muitas delas pelos estudantes. Ao final do trabalho, os estudantes foram capazes de tomar decisões a respeito de situações atreladas ao tema trabalho (2013EL17).

A experiência em proporcionar conhecimento aos estudantes é gratificante, a alegria dos estudantes ao final da aula vindo agradecer pela boa aula dada não tem explicação. Infelizmente muitos estão se distanciando da área da licenciatura, a grande desvalorização dos professores e o crescimento da violência em sala de aula fazem com que a profissão seja menos procurada. Em relação a SD apresentada podemos destacar aspectos positivos e negativos, mesmo com o erro é possível aprender, com os erros da primeira aula ministrada conseguimos elaborar e desenvolver uma segunda aula muito melhor (2013EL20).

Buscamos nesse formato de Estágio superar lacunas ainda presentes na formação inicial dos licenciandos, entre elas, articular aspectos teóricos e práticos discutidos em algumas disciplinas ao longo do curso, integrar conhecimentos científicos, conhecimentos pedagógicos e saberes escolares e utilizar a pesquisa como princípio formativo. Nessa visão, procuramos adotar referenciais teóricos que direcionassem nossas atividades e discussões.

Essas reformulações têm por finalidade ressaltar a importância que atribuímos aos Estágios Curriculares nos cursos de formação de professores, pois acreditamos na necessidade de aproximar as atividades de Estágio da realidade concreta das escolas.

Contudo, ressaltamos a importância de envolver ainda mais o professor da escola nas atividades de Estágio, com o objetivo de que este atue de maneira mais efetiva na formação do futuro professor e na constituição de sua identidade docente. Essa parceria pode ser feita mediante a relação pedagógica entre alguém que já é um profissional reconhecido em um ambiente institucional de trabalho e o licenciando. Por outro lado, os professores em atuação nas escolas podem receber alguma modalidade de formação continuada a partir da instituição formadora.

Sem essa articulação, os Estágios acabam se tornando

um agregado de atividades técnicas e burocráticas, sem fundamentação e sem vínculos com as atividades e as finalidades do ato de ensinar (Galiuzzi, 2003; Gauche et al., 2008; Maldaner, 2003; Pimenta; Lima, 2004; Silva; Schnetzler, 2011).

Considerações Finais

Nossa preocupação com os Estágios Supervisionados fundamenta-se no fato desses se configurarem, na maioria das vezes, no primeiro contato dos licenciandos, no papel de professores, com o seu futuro ambiente de trabalho. Em virtude disso, buscamos redirecionar as atividades que compõem os Estágios com o objetivo de contribuir com a formação inicial.

Antes desse modelo adotado, no Estágio de Observação, os estudantes frequentavam as escolas, entretanto, não tinham um roteiro, nem uma problemática a ser investigada. Esses, muitas vezes, copiavam as atividades que o professor regente passava no quadro e resolviam os exercícios como se fossem os estudantes da turma. Mesmo quando eles tentavam fazer alguma discussão acerca da postura ou estratégia usada pelo professor, essas eram ingênuas, uma vez que os estudantes não possuíam fundamentação teórica para as críticas apresentadas.

Isso ocorria, pois não havia na universidade momentos de discussão teórica e prática referentes ao campo do Estágio. O professor orientador, na maioria das vezes, apresentava os objetivos da disciplina no primeiro dia de aula e recebia o relatório final no último dia de aula do semestre.

No que diz respeito ao Estágio de Regência, era solicitado que os estudantes entrassem em contato com uma escola, estabelecendo um vínculo de estágio. O desenvolvimento do Estágio ficava a cargo de cada orientador (em torno de 4 a 5 orientadores) e, na maioria das vezes, quem determinava o que e quando seria ministrado era o professor regente da escola. O orientador normalmente assistia uma ou duas aulas ao final do Estágio, com o objetivo de atribuir uma nota, e recebia do estagiário um relatório no final do ano. Vale destacar que o grupo voltado ao Ensino de Química ainda era muito pequeno, sendo que apenas um dos orientadores efetivos do departamento tinha formação na área.

Diante do exposto e com a inserção de novos docentes com formação na área de Ensino, foi possível uma reestruturação dos Estágios, uma vez que acreditamos que esses

devem ser momentos privilegiados em um curso de formação inicial, pois são nesses espaços que os licenciandos são levados a refletir sobre a profissão docente, embasados nas pesquisas desenvolvidas na área de Ensino de Ciências, em especial no Ensino de Química e em discussões oriundas das experiências vivenciadas nos Estágios.

Longe de pensarmos que apenas com a prática e os anos de docência os professores incorporam os saberes necessários para o exercício da profissão, acreditamos que a formação inicial deve contemplar momentos de discussão e reflexão, buscando referenciais teóricos que norteiem as ações propostas nos Estágios.

Nesse sentido, o curso de Licenciatura em Química da UEL tem procurado atender a essas necessidades, a partir das modificações já realizadas na estrutura dos componentes curriculares distribuídos ao longo do curso e das inovações implementadas nos Estágios.

Apesar dos avanços significativos, ressaltamos a necessidade de constantes reflexões e mudanças que busquem impactar a formação dos futuros professores, no que diz respeito ao incentivo à carreira docente; à integração entre Ensino Superior e Educação Básica, destacando o papel do professor da escola como supervisor das atividades de Estágio; à orientação de práticas de ensino mais coerentes com perspectivas que vêm sendo defendidas no Ensino de Ciências; e à necessária articulação entre teoria e prática.

Notas

1 Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, do estado do Paraná (SETI/PR) foi criada em 1987, com a missão de definir, coordenar e executar políticas e

diretrizes nas áreas da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior.

2 A Secretaria de Estado da Educação, do estado do Paraná (SEEd/PR) tem por objetivo a definição e a execução da política governamental no setor de educação básica e de educação profissional, visando à melhoria das condições de vida da população.

3 Disponível em: <http://www.uel.br/prograd/docs_prograd/resolucoes/2009/resolucao_284_09.pdf>. Acesso em 10 fev. 2015.

4 A miniaula é uma adaptação do microensino desenvolvido por Sant'anna (1979) que envolve a realização de experiências simplificadas de ensino numa sequência orgânica e flexível, em que o futuro professor busca adquirir habilidades técnicas para ensinar ou desenvolver procedimentos específicos. Essa experiência constitui um recurso técnico ou um meio de praticar o ensino.

5 Segundo Zabala (1998, p.18), sequências didáticas são “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos estudantes”.

Fabiele Cristiane Dias Broietti (fabieledias@uel.br), doutora em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá UEM. Mestre em Ensino de Ciências (2008) pela Universidade Estadual de Londrina UEL e Graduada em Química (2004) pela mesma instituição. Atua como professora adjunta do Departamento de Química, subárea de Ensino de Química, da Universidade Estadual de Londrina UEL. Londrina, PR – BR. **Enio de Lorena Stanzani** (enio.stanzani@gmail.com), doutorando em Educação para a Ciência pela Unesp/BauruSP, mestre em Ensino de Ciências (2012) pela Universidade Estadual de Londrina (UELPR) e Graduado em Química com habilitação em Licenciatura (2010) pela mesma instituição. Atua como professor assistente no curso de Licenciatura em Química - Área Educação Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Apucarana, PR - BR.

Referências

AZEVEDO, R. O. M.; GHEDIN, E.; SILVA-FORSBERG, M. C.; GONZAGA, A. M. Formação inicial de professores da educação básica no Brasil: trajetória e perspectivas. *Rev. Diálogo Educ.*, Curitiba, v. 12, n. 37, p. 997-1026, set./dez. 2012

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

BRASIL. *Ministério da Educação*. Parecer CNE/CP. n.º. 02/2015. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17625-parecer-cne-cp-2-2015-aprovado-9-junho2015&category_slug=junho-2015-pdf&Itemid=30192>. Acesso em 08 set. 2015.

BROIETTI, F. C. D.; BARRETO, S. G. B. Formação inicial de professores de química: a utilização dos relatórios de observação de aulas como instrumentos de pesquisa. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 32, n. 2, p. 181-190, 2011.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. *Os estágios nos cursos de licenciatura*. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

GALIAZZI, M. C. *Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências*. Ijuí: Unijuí, 2003.

GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MACHADO, P. F. L. Formação de professores de Química: concepções e proposições. *Química Nova na Escola*, n.27, p. 26-29, 2008.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as Etapas de Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.

MALDANER, O. A. *A Formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores*. 2.ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

PARANÁ. *Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná para*

o Ensino de Química. Secretaria do Estado da Educação do Paraná, 2008.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. São Paulo: Cortez, 2004.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (orgs). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora UnB, 2013.

SILVA, R. M. G.; SCHNETZLER, R. P. Estágios curriculares supervisionados de ensino: partilhando experiências formativas. *EntreVer*, Florianópolis, v. 1, p. 116-136, 2011.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Para saber mais

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

GONÇALVES, F. P.; FERNANDES, C. S. Narrativas acerca da prática de ensino de química: um diálogo na formação inicial de professores. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 2, p. 120-127, 2010.

SANGIOGO, F. A.; WOYCIECHOSWSKY, R. ROSA, S. A.; MALDANER, O. A. A pesquisa educacional como atividade curricular na formação de licenciandos de Química. *Ciência e Educação*, v.17, n.3, p. 523-540, 2011.

Abstract: *Internships and initial formation of teachers: experiences and reflections in the degree in chemistry at UEL*. This article aims to present and discuss the internships developed in the initial chemistry teachers education at UEL. Textual fragments of activities produced in the internships are presented in order to discuss the implemented modifications and its implications for the initial teachers education. The activities proposed in the observation internship enabled students focus relevant aspects of the interactions that occur in the school environment, articulating explanatory theories that support the experienced events. In the organization proposed in the regency internship, the students, to assume the teachers role, sought substantiate the practice in research, discussing and modifying their teaching performance. In this sense, the internships in the chemistry teachers education at UEL have sought to meet the formative needs through the changes already made, emphasizing the importance of continuous reflection and changes that seek to impact the education of future teachers.

Keywords: initial formation, chemistry, internships

A evolução da composição da atmosfera terrestre e das formas de vida que habitam a Terra

Eduardo Galembeck e Caetano Costa

A composição da atmosfera terrestre, assim como a vida, evoluíram de forma paralela nestes últimos 3,5 bilhões de anos de história do nosso planeta. A composição química da Terra primitiva foi fundamental para o surgimento da vida. Organismos rudimentares, unicelulares, foram capazes de alterar o ambiente, transformando substâncias abundantes em outras, aproveitadas por novas formas vivas. Tais modificações permitiram que a seleção natural operasse e contribuísse para a diversificação da vida. Assim, de forma sucessiva, diversos microrganismos evoluíram e alteraram a composição da atmosfera terrestre. Este texto tem como objetivo fornecer a professores de química e de biologia subsídios para um diálogo entre estas disciplinas que transite pela história do planeta Terra permeando temas como a química pré-biótica, as fontes de energia para a atividade biológica, reações de oxidação e redução, organização e metabolismo celular, diversidade e evolução dos seres vivos.

► atmosfera primitiva; diversidade metabólica; evolução ◀

Recebido em 09/06/2015, aceito em 22/11/2015

318

Vida à vista

A idade do planeta Terra é estimada em cerca de 4,5 bilhões de anos. A presença de vida só se viabilizou com o aparecimento de água no estado líquido, o que ocorreu com a formação dos oceanos há cerca de 3,8 bilhões de anos. De acordo com os registros fósseis, as primeiras evidências de vida microbiana datam de 3,5 bilhões de anos (Martin e Russell, 2003). Nessa época, a atmosfera da Terra primitiva apresentava características físico-químicas marcantes (Jardim, 2001): ausência do gás oxigênio; predomínio de gases como metano, gás carbônico, nitrogênio e amônia, além de quantidades significativas de sulfetos e cianetos. Por seu caráter eminentemente redutor, era formada por substâncias reduzidas. As temperaturas eram bem mais altas que as atuais, e o sol (radiação ultravioleta) consistia na principal fonte de energia. Nessas condições, foi possível a síntese pré-biótica (Murta e Lopes, 2005), pela

qual se formaram moléculas orgânicas fundamentais para o surgimento da vida.

A vida primitiva

Os primeiros organismos vivos eram bactérias primitivas, que apresentavam características celulares simples, tais como

Os primeiros organismos vivos eram bactérias primitivas, que apresentavam características celulares simples, tais como uma parede celular rudimentar, poucas enzimas e ausência de citocromos (Barbosa e Torres, 2005). Tais seres apresentavam um metabolismo exclusivamente anaeróbico, utilizando muito provavelmente compostos inorgânicos (como derivados de ferro e enxofre, abundantes à época) para satisfazer suas necessidades metabólicas.

uma parede celular rudimentar, poucas enzimas e ausência de citocromos (Barbosa e Torres, 2005). Tais seres apresentavam um metabolismo exclusivamente anaeróbico, utilizando muito provavelmente compostos inorgânicos (como derivados de ferro e enxofre, abundantes à época) para satisfazer suas necessidades metabólicas. Tais necessidades primordiais envolviam a síntese de uma fonte de energia química (ATP) e a capacidade de fixar o nitrogênio

atmosférico (para a síntese de proteínas e nucleotídeos).

Os processos de obtenção de energia por micro-organismos podem ser classificados com base em três critérios

(Barbosa e Torres, 2005): fonte de carbono, fonte de energia e substrato oxidável. No caso do primeiro critério, podem utilizar apenas CO₂ como fonte de carbono (autotróficos; grego *trophé* = nutrição) ou outras fontes orgânicas de carbono – uma ou mais (heterotróficos). No segundo caso, podem utilizar energia luminosa (fototróficos) ou contida em compostos químicos (quimiotróficos). Quanto ao terceiro critério, podem oxidar substâncias inorgânicas (litotróficos) ou orgânicas (organotróficas). Dadas as condições descritas da Terra primitiva, acredita-se que um dos seres primordiais tenha sido um micro-organismo anaeróbico termofílico quimiolitoautotrófico (Fuchs, 2011).

A seleção natural atua como guia para a diversidade das estratégias metabólicas e das espécies

Os eventos evolutivos apresentados por este artigo devem ser compreendidos e discutidos à luz da *seleção natural*. Conceitualmente, a seleção natural consiste em um “mecanismo proposto por Darwin e Wallace para explicar o processo de mudança evolutiva” (Meyer e El-Hani, 2005, p. 128). É um mecanismo cujo ponto de partida é a *produção de variação* (Mayr, 2005), causada por rearranjos gênicos, mutações ou pressões ambientais. Os diferentes fenótipos assim produzidos são selecionados a cada geração por meio da eliminação dos indivíduos menos adaptados e da manutenção dos indivíduos que melhor se adaptaram, os quais possuem maior chance de sobreviver e de se reproduzir. Assim, por meio desse processo de *reprodução diferencial*, aumenta a frequência de transmissão à sua prole daquela variação genética que o tornou bem sucedido (Meyer e El-Hani, 2005).

É importante levar em conta a influência do ambiente nesse processo, particularmente sua característica de instabilidade. Em outras palavras, “características adaptativas são aquelas que se tornaram frequentes na população porque favoreceram a sobrevivência e/ou reprodução de seus portadores na circunstância ambiental em que evoluíram” (Meyer e El-Hani, 2005, p. 64). Esses autores concluem (p. 69): “a evolução por seleção natural é um processo que persegue, por assim dizer, um “alvo móvel”: as condições ambientais que estabelecem os desafios aos quais os organismos responderão estão continuamente mudando, em parte por causa das atividades dos próprios organismos”. E em parte, como os próprios autores apontam, devido a processos independentes dos seres vivos, como, por exemplo, alterações de origem geológica.

Ao longo do tempo, durante sucessivas gerações, a seleção natural tem o potencial de produzir novas estruturas, novos órgãos, vias metabólicas diferentes das existentes, e até

Desde o surgimento da vida, os seres vivos modificaram constantemente a superfície e a atmosfera terrestres: consumiam certos compostos e produziam outros, competiam por substratos, proliferavam e ocupavam novos nichos, enquanto outras pereciam. Sobreviver era um desafio constante, superado pelos indivíduos capazes de aproveitar os recursos disponíveis em dado local e momento. Nesse processo dinâmico, guiadas pela seleção natural, diversificavam-se as espécies microbianas e os tipos de metabolismo.

mesmo novas espécies. Contudo, é necessário atentar para o fato de que cada novidade não se origina a partir do zero; pelo contrário, as novas mudanças ou adaptações são construídas a partir de estruturas ou sistemas *já existentes*, fazendo-os assumir novas funções ou combinando-os de forma a originar um componente ou sistema *aperfeiçoado* (Jacob, 1977).

O metabolismo primordial

Desde o surgimento da vida, os seres vivos modificaram constantemente a superfície e a atmosfera terrestres: consumiam certos compostos e produziam outros, competiam por substratos, proliferavam e ocupavam novos nichos, enquanto outras pereciam. Sobreviver era um desafio constante, superado pelos indivíduos capazes de aproveitar os recursos disponíveis em dado local e momento. Nesse processo dinâmico, guiadas pela seleção natural, diversificavam-se as espécies microbianas e os tipos de metabolismo. Como se pode observar na Figura 1, com o passar do tempo, as vias aeróbias passaram a predominar sobre as anaeróbias, conforme a disponibilidade de substratos e de oxigênio. Assim, as mudanças ambientais exerceram forte pressão seletiva, contribuindo para o surgimento de novas adaptações que conferiram a seus portadores maior capacidade de sobrevivência, resultando na evolução do metabolismo bacteriano.

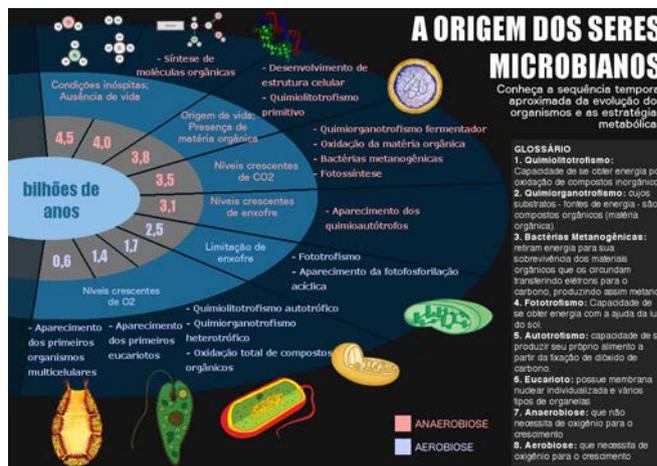


Figura 1: Sequência temporal aproximada da evolução dos organismos e da atmosfera terrestre.

É muito provável que as primeiras vias metabólicas tenham sido a fermentação a partir de compostos orgânicos (produzidos pela luz solar ultravioleta), e a respiração anaeróbia¹ usando o CO₂ atmosférico. Com o aumento do consumo, esses substratos começaram a escassear, criando uma oportunidade para mudanças genéticas que permitiram o surgimento de uma nova via metabólica, a respiração de

sulfatos, com liberação de gases de enxofre (H_2S). Ao longo do tempo, essas bactérias respiradoras de sulfato dominaram o novo ambiente e foram pioneiras na síntese do anel porfirínico. Este composto, a porfina, participa de processos que envolvem transferência de elétrons, constituindo a base estrutural para moléculas como as clorofilas e os citocromos. Assim, há milhões de anos, as porfirinas e seus derivados têm papel fundamental na síntese de ATP em plantas e animais, além de contribuir para o transporte de O_2 em vertebrados (como parte integrante da hemoglobina).

Nesse contexto metabólico primordial, estabeleceram-se as condições para o aparecimento da fotossíntese bacteriana (Margulis e Sagan, 2011). No início, as bactérias utilizavam H_2 ou H_2S , sem jamais produzir O_2 – trata-se da fotossíntese anoxigênica. No decorrer do tempo, o H_2 atmosférico foi rareando – por ser muito leve, grandes quantidades simplesmente escapavam da atmosfera e perdiam-se no espaço. Por outro lado, ainda havia H_2S no ar, liberado por vulcões. Dessa forma, cada vez mais o H_2S era utilizado como substrato pelas bactérias fermentadoras, as quais liberavam enxofre como subproduto (Raven et al., 2011).

Uma vez que a vida no planeta é baseada em carbono e hidrogênio, sempre houve uma demanda incessante por esses elementos. Com a multiplicação dos procariontes por grande parte do planeta, houve um aumento exponencial da comunidade bacteriana. Assim, o alto consumo praticamente esgotou o CO_2 atmosférico, e mesmo o H_2S expelido pelos vulcões já não era suficiente. O problema foi solucionado pelas ancestrais das modernas cianobactérias, seres que utilizavam H_2S e que já faziam fotossíntese, ou seja, já possuíam transportadores de elétrons organizados em cadeia e realizavam a fotofosforilação cíclica². Tal mudança ambiental propiciou o aparecimento de mutações que permitiram àquelas cianobactérias primitivas aproveitar a estrutura já existente e funcional (cadeias transportadoras de elétrons e um fotossistema) e desenvolver *um segundo fotossistema*, aprimorando a captação da energia solar e aumentando a produção líquida de ATP (Margulis e Sagan, 2011). Dessa forma, passaram a extrair elétrons de uma fonte de hidrogênio abundante e disponível, a água, e assim começaram a liberar oxigênio gasoso, originando a fotossíntese oxigênica. Com essa admirável adaptação ao meio, as cianobactérias aumentaram sua taxa de sobrevivência e de reprodução, mantendo-se em ambientes aquáticos até os dias atuais.

O grande evento oxidativo

O primeiro grande passo para o aumento dos níveis atmosféricos de oxigênio foi dado pelas cianobactérias, quando passaram a extrair elétrons da água ao invés de H_2S .

Dessa maneira, propiciaram a liberação de oxigênio gasoso, aumentando gradativamente sua concentração na atmosfera, caracterizando o fenômeno por vezes denominado de “Grande Evento Oxidativo” (Lyons et al., 2014), há cerca de dois bilhões de anos. Mais 1,5 bilhão de anos foram necessários para que a concentração de oxigênio atingisse níveis próximos dos atuais, o que deve ter ocorrido por volta de 600 milhões de anos atrás. Assim, até que a taxa desse gás se estabilizasse, os únicos organismos capazes de se desenvolver foram bactérias (anaeróbias facultativas ou microaerófilas), uma vez que os organismos aeróbios multicelulares só sobrevivem no nível atual de oxigênio atmosférico (cerca de 21%). Tal demora no acúmulo e a consequente estabilização dos níveis de oxigênio ocorreu porque primeiro era necessário

consumir (oxidar) as enormes quantidades de Fe^{2+} no planeta (Audesirk et al., 2011; Madigan et al., 2009). Aos poucos, a atmosfera foi mudando sua condição, de redutora para oxidativa.

Ao longo daquele enorme intervalo de tempo, os organismos aeróbios obtiveram grande vantagem em usar o oxigênio, aumentando sua complexidade e sua produção líquida de ATP. Graças a essas imensas vantagens

adaptativas, multiplicaram suas chances de sobrevivência e aumentaram sua reprodução diferencial, ocupando a maioria dos nichos ambientais da Terra (Audesirk et al., 2011). Por outro lado, em virtude do potencial oxidativo do meio e da capacidade do oxigênio em gerar radicais livres, os seres aeróbios tiveram que desenvolver mecanismos antioxidantes. O aumento na concentração atmosférica de oxigênio também trouxe duas outras consequências: i) a seleção natural levou à eliminação de várias espécies que não se adaptaram à toxicidade do gás; ii) formou-se a camada de ozônio, um escudo protetor contra os raios ultravioleta do sol. A explosão populacional das cianobactérias consolidou um novo tipo de metabolismo, a respiração aeróbia, criando condições para um novo estágio evolutivo: a célula nucleada, característica dos seres eucariontes, por volta de 1,4 bilhão de anos atrás.

O ciclo de Krebs

Uma das primeiras vias metabólicas bem sucedidas (até hoje conservada em praticamente todos os seres vivos) é a via glicolítica. Nos primórdios da vida, funcionava somente em anaerobiose, produzindo piruvato e ATP. O piruvato é um composto central no metabolismo em vários reinos, das bactérias aos animais. Pode ser originado a partir de certos aminoácidos, de glicerol e de carboidratos, principalmente monossacarídeos.

Com a presença do oxigênio, um dos produtos da via glicolítica (piruvato) pôde ser redirecionado para uma nova via, desta vez cíclica, por meio da conversão a acetil-CoA. Esta

Uma vez que a vida no planeta é baseada em carbono e hidrogênio, sempre houve uma demanda incessante por esses elementos. Com a multiplicação dos procariontes por grande parte do planeta, houve um aumento exponencial da comunidade bacteriana. Assim, o alto consumo praticamente esgotou o CO_2 atmosférico, e mesmo o H_2S expelido pelos vulcões já não era suficiente.

nova via, o ciclo de Krebs, mostrou-se altamente eficiente em aumentar a produção de ATP, ao permitir a oxidação completa do substrato. Do ponto de vista evolutivo, o aparecimento e manutenção de uma via cíclica foi vantajoso para os organismos, ao permitir um melhor aproveitamento do acetato do que por meio de uma via linear (direta), como as que usam glicolato, formaldeído ou formiato (Baldwin e Krebs, 1981). Assim, em uma atmosfera com níveis significativos de oxigênio, os organismos multicelulares aeróbios foram favorecidos por essa característica, aumentando suas chances de sobrevivência e de transmitir essa capacidade aeróbia a sua descendência. Frente a essa nova condição ambiental, os seres anaeróbios se encontravam em desvantagem, pois, como visto, o oxigênio, um poderoso oxidante, é letal para esses organismos. Por outro lado, isso não significou a eliminação completa desses seres – novas mudanças genéticas permitiram que muitos deles se adaptassem à vida aeróbia sob diferentes graus de tolerância ao oxigênio; aqueles estritamente anaeróbios colonizaram locais nos quais o oxigênio não tem acesso, como áreas subterrâneas ou mesmo regiões do nosso corpo, nos tratos respiratório e intestinal.

Conforme discutido, as alterações evolutivas são graduais e operam com o objetivo de chegar a uma estrutura o mais adequada possível para certa condição ambiental; assim, o ciclo não surgiu em sua forma final com início na condensação de acetil-CoA e oxaloacetato e regeneração deste ao final. Bactérias como a *E. coli*, organismo anaeróbio facultativo, são capazes de realizar o ciclo de Krebs quando há oferta de oxigênio. Porém, em anaerobiose, ocorre uma mudança marcante em seu metabolismo: os complexos das desidrogenases (piruvato desidrogenase e alfa-cetoglutarato desidrogenase) têm sua síntese suprimida (Barbosa; Torres, 2005). Nessas condições, o ciclo não se completa, e apenas algumas reações se processam; na verdade, ocorrem duas vias lineares: um ramo oxidativo e um ramo redutor (Figura 2). O primeiro ramo é similar às primeiras reações do ciclo completo, e o segundo comporta reações que ocorrem em sentido inverso ao usual.

Tais ramos podem ser considerados como precursores do ciclo de Krebs, pois podem ter operado nas condições atmosféricas da terra primitiva (anóxia) (Weitzman, 1985). O ramo redutor pode, a partir de succinato, produzir succinil-CoA, composto precursor de porfirinas e vários aminoácidos. No ramo oxidativo, a função central é produzir coenzimas reduzidas para a síntese de carboidratos, além de precursores de aminoácidos (alfa-cetoglutarato). Ainda hoje, muitas espécies de bactérias apresentam um ciclo de Krebs incompleto, com reações que objetivam a síntese de compostos fundamentais e evitam o acúmulo de equivalentes redutores (por não possuírem uma cadeia organizada que os possa reoxidar). Algumas bactérias realizam o ciclo de Krebs completo, mas no sentido redutor,

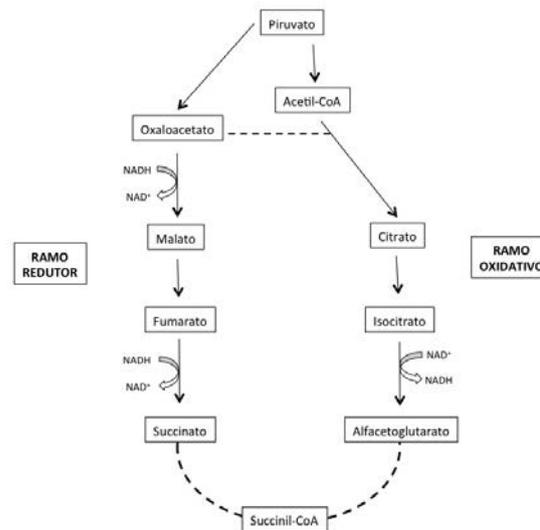


Figura 2: Esquema das possíveis reações que originaram o ciclo de Krebs.

com o objetivo de fixar o CO_2 para a síntese de moléculas mais complexas (Fuchs, 2011).

O passo evolutivo que permitiu fechar o ciclo (ou seja, unir o produto final do ramo redutor com o do ramo oxidativo) foi o aparecimento do complexo enzimático da alfa-cetoglutarato desidrogenase (Weitzman, 1985). Assim, o autor sugere que a mudança evolutiva no ramo redutor para uma sequência oxidativa relacionou-se diretamente com o aumento do oxigênio atmosférico. Portanto, embora o ciclo não utilize diretamente o oxigênio molecular, ele depende deste para a reoxidação das coenzimas, realizada por um sistema de transporte de elétrons associado à membrana.

Aplicações no ensino e impacto na aprendizagem

O presente texto busca entrelaçar uma série temporal de ideias que envolvem conceitos fundamentais tanto para a química como para a biologia, à luz da seleção natural. Destaca, por exemplo, as diferentes fontes de energia para a atividade biológica, os processos de oxidação e redução, a evolução dos seres vivos em meio à diversidade de condições ambientais.

A figura 1 destaca os principais desafios ambientais que permitiram a organização e o desenvolvimento do metabolismo celular, desde os seres procariontes até os organismos mais complexos. Essa figura pode ser explorada pelo menos de duas formas: i) propor aos estudantes que a converta em uma tabela com três colunas – tempo (em bilhões de anos), condições ambientais e estratégias metabólicas (associadas aos tipos de microrganismos); ii) cada linha traz uma oportunidade para ilustrar o mecanismo da seleção natural, permitindo comparar a evolução no tempo – por

O presente texto busca entrelaçar uma série temporal de ideias que envolvem conceitos fundamentais tanto para a química como para a biologia, à luz da seleção natural. Destaca, por exemplo, as diferentes fontes de energia para a atividade biológica, os processos de oxidação e redução, a evolução dos seres vivos em meio à diversidade de condições ambientais.

exemplo, em 2,5 bilhão de anos, quais condições ambientais abriram caminho para o despontar do metabolismo aeróbio. Nesse aspecto, é necessário destacar que o aparecimento dos seres aeróbios não significou a eliminação completa dos seres anaeróbios; ainda hoje, coexistem organismos dos dois tipos, assim como encontramos vias metabólicas aeróbias e anaeróbias em nosso próprio organismo.

Ao utilizar exemplos de vias metabólicas fundamentais, com a glicólise e o ciclo de Krebs, permite aos professores de química e de biologia explorar conceitos bioquímicos centrais, como utilização diferencial de substratos e produtos, atividade enzimática, classificação de micro-organismos do ponto de vista da fonte de energia utilizada, etc. No caso da figura 2, os dois ramos podem ser utilizados para discutir conceitos de oxidação e de redução. Em todos os exemplos destacados, é possível localizar os fenômenos temporalmente e discutir seu significado evolutivo, aumentando as chances de uma aprendizagem mais duradoura.

Por outro lado, do ponto de vista tanto do ensino quanto da aprendizagem, é preciso redobrar a atenção com processos altamente abstratos, como é o caso da seleção natural, pois envolvem frequentemente uma série de conceitos equivocados, tanto por parte dos estudantes (Nehm e Reilly, 2007) quanto dos professores (Petrosino et al., 2015). Por exemplo, é comum considerar como corretas as seguintes ideias: i) as adaptações são produto do acaso; ii) a seleção natural visa à produção de seres “ótimos” ou “perfeitos”; iii) o mais forte sobrevive (Understanding, 2012).

Sugere-se, para efeito motivacional, que a discussão do texto seja antecedida pela apresentação de uma situação problema que chame a atenção dos estudantes. Por exemplo, um problema que destaque aspectos do Grande Evento Oxidativo e que termine com uma provocação: como uma via aeróbia complexa como o ciclo de Krebs surgiu em um ambiente dominado por bactérias primitivas e em uma atmosfera praticamente sem oxigênio? Ao final, podem ser propostas algumas questões para discussão em grupos; por exemplo, que abordem a interpretação comparativa das informações contidas na figura 1, as consequências de uma atmosfera redutora (primitiva) versus oxidativa (atual), as adaptações responsáveis pelo sucesso dos seres aeróbios (do ponto de vista do aumento da complexidade celular e tecidual, e do maior saldo de ATP para o organismo).

Considerações finais

Do ponto de vista da aprendizagem, é importante que os estudantes tenham a noção de que os seres vivos de hoje

e os processos bioquímicos que os mantêm funcionais não apareceram do dia para a noite. O presente artigo demonstra o fato notável de que, nos dois bilhões de anos seguintes ao surgimento da vida, a Terra tenha sido habitada unicamente por seres procariontes, bactérias primitivas atualmente classificadas no Domínio Archaea³. Em seu conjunto, as informações apresentadas sugerem fortemente que devemos àquelas minúsculas entidades não só a gênese do ciclo de Krebs e da respiração aeróbia, mas também a criação e o aprimoramento dos processos bioquímicos fundamentais à

manutenção da vida: a fermentação, a fotossíntese e a fixação de nitrogênio. Além disso, as bactérias mantêm o equilíbrio planetário ao participar dos ciclos de compostos orgânicos (por meio da decomposição, por exemplo) e de substâncias inorgânicas (água, nitrogênio etc.).

A vida é um processo dinâmico, cuja existência depende das condições ambientais (e, portanto, atmosféricas), as quais são continuamente modificadas pelos processos bioquímicos que sustentam os seres vivos. Estes, por sua vez, podem sofrer modificações que levam a uma seleção dos indivíduos

mais adaptados, que são mantidos na população. Tem-se, dessa forma, um ciclo interativo, orientado pela seleção natural, que mantém a homeostase e a diversidade na biosfera.

Notas

¹ Este tipo de respiração ocorre quando um substrato, reduzido por fermentação, transfere seus elétrons para um aceptor final diferente do oxigênio (no caso, para o CO₂).

² Fotofosforilação é o processo de síntese de ATP a partir da energia luminosa. Pode ser cíclica ou acíclica. Na fotofosforilação cíclica, a transferência de elétrons envolve um ciclo de transportadores de elétrons, sem distinção de um aceptor final de elétrons. No processo acíclico, o transporte de elétrons é linear, com um aceptor final específico, o NADP⁺.

³ Existem dois outros Domínios: o Bacteria, que compreende também procariontes (por exemplo, *E. coli*, *S. mutans* etc.), mas com características diferentes, e o Domínio Eucaria, que inclui todos os seres eucariontes (protistas, fungos, animais, plantas etc.).

Eduardo Galembeck (eg@unicamp.br), bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), mestre e doutor em Bioquímica pela Universidade Estadual de Campinas, é docente do Instituto de Biologia da UNICAMP. Campinas, SP - BR. **Caetano da Costa** (caedacosta@yahoo.com.br), bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mestre em Bioquímica e doutor em Psicologia pela Universidade de São Paulo (USP), é pós-doutorando em Ensino de Bioquímica na UNICAMP. Campinas, SP - BR.

Referências

AUDESIRK, T.; AUDESIRK, G. e BYERS, B.E. *Biology: life on Earth*. 9th ed. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2011.

BALDWIN, J.E. e KREBS, H. The evolution of metabolic cycles. *Nature*, v. 291, n. 5814, p. 381-382, 1981.

BARBOSA, H.R. e TORRES, B.B. *Microbiologia básica*. São Paulo: Atheneu, 2005.

FUCHS, G. Alternative pathways of carbon dioxide fixation: insights into the early evolution of life? *Annual Review of Microbiology*, v. 65, p. 631-658, 2011.

JACOB, F. Evolution and tinkering. *Science*, v. 196, n. 4295, p. 1161-1166, 1977. Disponível em: [http://www.gvsu.edu/cms3/assets/6D2549F6-ED41-142A-2D7251DEDEE796B4/Evolution and tinkering.pdf](http://www.gvsu.edu/cms3/assets/6D2549F6-ED41-142A-2D7251DEDEE796B4/Evolution%20and%20tinkering.pdf). Acessado em 03 set. 2015.

JARDIM, W.F. A evolução da atmosfera terrestre. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, Edição especial, p. 5-8, 2001.

LYONS, T.W.; REINHARD, C.T. e PLANAVSKY, N.J. The rise of oxygen in Earth's early ocean and atmosphere. *Nature*, v. 506, n. 7488, p. 307-315, 2014.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; DUNLAP, P.V. e CLARK, D.P. *Brock Biology of Microorganisms*. 12th ed. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2009.

MARGULIS, L. e SAGAN, D. *Microcosmos – quatro bilhões de anos de evolução de nossos ancestrais microbianos*. Trad. Mirtes Frange de Oliveira Pinheiro. São Paulo: Cultrix, 2011.

MARTIN, W. e RUSSELL, M.J. On the origins of cells: a hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, v. 358, n. 1429, p. 59-85, 2003.

MAYR, E. *Biologia, ciência única*. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEYER, D. e EL-HANI, C.N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MURTA, M.M. e LOPES, F.A. Química pré-biótica: sobre a origem das moléculas orgânicas na Terra. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 26-30, 2005.

NEHM, R.H. e REILLY, L. Biology majors' knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, v. 57, n. 3, p. 263-272, 2007. Disponível em: <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/57/3/263.full.pdf+html>. Acessado em 31 ago. 2015.

PETROSINO, A.J.; LUCERO, M.M. e MANN, M.J. De-

centralized thinking and understanding of evolution in K-12 evolution education. *Evolution: Education and Outreach*, v. 8, n. 1, artigo 2, 2015. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1186%2Fs12052-014-0028-x#page-1>. Acessado em 31 ago. 2015.

RAVEN, P.H.; JOHNSON, G.B.; MASON, K.A.; LOSOS, J.B. e SINGER, S.R. *Biology*. 9th ed. New York, NY: McGraw-Hill, 2011.

UNDERSTANDING evolution. II. Misconceptions about natural selection and adaptation, 2012. Disponível em: http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/misconceptions_about_evolution.pdf. Acessado em 31 ago. 2015.

WEITZMAN, P.D.J. Evolution in the citric acid cycle. In: SCHLEIFER, K.H. e STACKEBRANDT, E. (Eds.). *Evolution of Prokaryotes*. London: Academic Press, 1985, p. 253-275.

Para saber mais

A fim de aprofundar o conhecimento a respeito dos aspectos químicos e biológicos envolvidos na evolução dos seres vivos, frente às múltiplas adversidades ambientais, sugere-se a leitura dos materiais a seguir. Além disso, para uma visão mais abrangente das implicações da evolução para a compreensão da vida e do mundo, vale a pena explorar o site indicado nas referências (Understanding, 2012) para além do item II – os demais itens abordam conceitos equivocados (*misconceptions*) sobre evolução dos pontos de vista teórico, filogenético, populacional, científico, ético, religioso e pedagógico.

BILGEN, T. Metabolic evolution and the origin of life. In: STOREY, K.B. (Ed.). *Functional metabolism: regulation and adaptation*. New York: Wiley-Liss, 2004, p. 557-582.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in light of evolution. *The American Biology Teacher*, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973. Disponível em: <http://biologie-lernprogramme.de/daten/programme/js/homologer/daten/lit/Dobzhansky.pdf>. Acessado em 03 set. 2015.

MELÉNDEZ-HEVIA, E.; WADDELL, T.G. e CASCANTE, M. The puzzle of the Krebs citric acid cycle: assembling the pieces of chemically feasible reactions, and opportunism in the design of metabolic pathways during evolution. *Journal of Molecular Evolution*, v. 43, n. 3, p. 293-303, 1996. Disponível em: <http://courses.chem.indiana.edu/c582/documents/Krebs-cycle.pdf>. Acessado em 03 set. 2015.

PERETÓ, J. Out of fuzzy chemistry: from prebiotic chemistry to metabolic networks. *Chemical Society Reviews*, v. 41, n. 16, p. 5394-5403, 2012.

Abstract: *Evolution of the Earth atmosphere composition and of the life forms on the planet.* During past 3.5 billion years of the planet history, the atmosphere's evolution paralleled the evolving of life. Early Earth chemical composition was essential for life emergence. Primitive unicellular organisms were capable of altering the environment, converting plentiful substances into different ones, used by novel life forms. Such modifications allowed natural selection to operate and to contribute for life diversification. Thus, successively, a wide range of microorganisms evolved and altered the composition of the Earth's atmosphere. This text is aimed at provide support for chemistry and biology teachers in order to establish a dialogue between these disciplines. Such interaction involves issues from Earth's history as such prebiotic chemistry, energy sources for biological activities, oxidation and reductive reactions, cellular organization and metabolism, diversity and evolution of life beings.

Keywords: early atmosphere, metabolic diversity, evolution.



Abordagem histórica da lei periódica nas coleções do PNLD 2012

Arcenira R. L. Targino e José O. Baldinato

A lei periódica é uma ideia central na química porque permite explicar e prever diversas propriedades da matéria. A história da ciência pode ser uma boa ferramenta no ensino desse tema, pois além de auxiliar na construção de conceitos, possibilita discutir questões referentes à natureza da ciência. Reconhecendo os livros didáticos (LD) como um recurso que norteia a prática de muitos professores, o objetivo deste trabalho é verificar como a história da lei periódica é abordada nesses materiais. Para isso, adotamos as categorias propostas por Leite (2002) e Vidal (2009) na análise das coleções de química aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2012. Nossos resultados destacam que a abordagem dos LD não favorece a percepção da química como um empreendimento humano de caráter coletivo, histórico e contextual. Deste modo, sugerimos que o professor interessado nessa questão se aproxime da produção de historiadores modernos.

► ensino de química, lei periódica, livros didáticos ◀

Recebido em 07/10/2015, aceito em 05/05/2016

324

A lei periódica pode ser considerada como uma das ideias fundamentais da química e está entre os tópicos que merecem ser abordados na educação científica, pois permite explicar e prever diversas propriedades da matéria. Nas palavras de Eric Scerri (2007, p. XIII), a tabela periódica, que consiste na representação gráfica da lei periódica, é um dos ícones da ciência e “captura a essência da química de forma elegante”.

Nessa perspectiva, a história da ciência pode ser útil, pois além de auxiliar na construção de conceitos, ela contribui para que aspectos recomendados na formação de alunos sejam alcançados, como a formação de uma concepção crítica sobre a ciência e a compreensão dessa prática imersa em contextos culturais, sendo historicamente construída (Forato et al., 2011; Porto 2010).

Para o ensino desse tema, há de se considerar o que dizem os livros didáticos (LD), uma vez que, além de terem a finalidade de apresentar uma proposta pedagógica, são

os principais norteadores da prática de muitos professores (Echeverria et al., 2010; Wartha e Faljoni-Alário, 2005). Esses materiais possuem relevância em relação às concepções de ciência de um determinado período, uma vez que

reproduzem visões de ciência vigentes em uma sociedade (Wartha e Faljoni-Alário, 2005, p. 43). No entanto, as informações presentes em LD usualmente mostram de forma equivocada o conhecimento científico como produto acabado, verdade absoluta, desprovido de

interesses políticos, econômicos e ideológicos, desvinculado de um contexto sociocultural e histórico (Megid Neto e Fracalanza, 2003).

Considerando esses aspectos, o objetivo deste trabalho é analisar a abordagem histórica da lei periódica nas coleções de Química aprovadas na edição de 2012 do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (Brasil, 2011). Analisaremos os LD seguindo a metodologia proposta por Leite (2002) e adaptada por Vidal (2009), para, com base neste estudo, evidenciar eventuais fragilidades que podem ajudar o professor a complementar a abordagem histórico-didática do tema.

[...] o objetivo deste trabalho é analisar a abordagem histórica da lei periódica nas coleções de Química aprovadas na edição de 2012 do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (Brasil, 2011).

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

Metodologia

Além da abrangência do uso destes livros no território nacional, a escolha das coleções a serem analisadas se deve aos critérios de avaliação propostos pelo Guia de Livros Didáticos do PNL D 2012. Em particular, nos interessa o questionamento se o livro didático:

traz uma visão de ciência de natureza humana marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações de cada modelo explicativo e apontando as necessidades de alterá-lo, por meio da exposição das diferentes possibilidades de aplicação e de pontos de vista (Brasil, 2011, p.9).

O procedimento de análise incluiu uma primeira leitura das coleções visando a identificação dos capítulos ou trechos que fazem menção a aspectos históricos da concepção da lei periódica. Numa segunda leitura, foram marcadas nos textos as ocorrências relativas a cada uma das categorias e critérios de análise adotados, seguindo com a quantificação dessas ocorrências mediante registro em tabelas. Para validação desse aspecto quantitativo do instrumento, a etapa de marcação e contagem das ocorrências foi realizada em duas análises piloto, independentemente, por dois pesquisadores. O contraste dos resultados iniciais permitiu lapidar as arestas da ferramenta, motivando o detalhamento de algumas categorias, que se tornaram mais específicas, e a criação de outras, com aspectos não contemplados nas referências originais. Os livros analisados estão descritos no Quadro 1.

A metodologia de análise utilizada foi a apresentada por Leite (2002) e adaptada por Vidal (2009), uma vez que os critérios propostos fornecem um instrumento já consolidado para uma apreciação crítica da informação histórica existente em livros didáticos.

Nossa análise contemplou todas as categorias da versão do instrumento adaptada por Vidal (2009), à exceção da última, que remete à homogeneidade da abordagem histórica ao longo de toda a coleção e não se aplica à sondagem

Nossa análise contemplou todas as categorias da versão do instrumento adaptada por Vidal (2009), à exceção da última, que remete à homogeneidade da abordagem histórica ao longo de toda a coleção e não se aplica à sondagem sobre um único tema (Targino, 2014).

sobre apenas um tema (Targino, 2014). Devido à limitação de espaço, neste trabalho detalharemos apenas quatro categorias cujos resultados sugerem reflexões mais gerais sobre a natureza da ciência, de modo a não restringir as implicações deste estudo a aspectos particulares dos personagens históricos envolvidos neste caso. As categorias selecionadas são: 1) Abordagem das ideias/descobertas; 2) Evolução da Ciência; 3) Quem faz ciência; e 4) Contextos aos quais a informação histórica está relacionada. As demais categorias que compõem o instrumento original são: 5) Vida e Obra dos Personagens; 6) Características dos personagens; 7) Materiais utilizados para apresentar a informação histórica; e 8) Consistência interna do livro em relação à informação histórica (Vidal, 2009). No Quadro 2, a seguir, apresentamos as categorias que utilizamos para análise dos LD.

Em relação aos critérios propostos por Vidal (2009) realizamos modificações nas categorias “Abordagem das ideias / descobertas” e “Quem faz ciência”. Na primeira dessas categorias, acrescentamos os critérios “Menção a um experimento histórico” e “Descrição de um experimento histórico”, uma vez que entendemos que os experimentos merecem particular atenção no estudo das ciências, dada a sua interdependência para com o desenvolvimento de teorias (Hodson, 1988). Já na categoria “Quem faz ciência” acrescentamos o critério de “Cientistas anônimos”.

No instrumento proposto por Vidal (2009, p. 49), o critério “comunidade científica” é descrito da seguinte forma: “cientistas, filósofos ou pensadores de um período são responsáveis pela ideia ou descoberta, sem que haja especificação de nomes”.

Entendemos que essa descrição pode ser aprimorada, pois, como apresentaremos nos exemplos à frente, nos LD foram identificadas ocorrências que remetem a algum desses coletivos de pessoas, mas que não necessariamente implicam a ideia de que o conhecimento, para se tornar científico, necessita passar por uma etapa de avaliação pelos pares. Nessas ocorrências, entendemos que a comunidade científica é retratada de maneira distorcida, como um coletivo de pesquisadores anônimos. Obscurecem-se os mecanismos pelos quais essa comunidade contribui para o abandono ou

Quadro 1. Livros analisados.

Código de Identificação	Referências
LD1	LISBOA, J. C. F. (Org.). Química, 1º ano: ensino médio . 1 ed. São Paulo: Edições SM, 2010.
LD2	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; Química 1: ensino médio . 1 ed. São Paulo: Scipione, 2010.
LD3	PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. Química: na abordagem do cotidiano . Vol 1. 4 ed. Editora Moderna: São Paulo, 2010.
LD4	REIS, M. Química: meio ambiente, cidadania e tecnologia . Vol 1. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.
LD5	SANTOS, W. L. P; MOL, G. S (Org.). Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais . 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

Quadro 2. Critérios de análise adotados.

1. Abordagem das ideias / descobertas	1.1 Menção a uma ideia científica: a ideia é apenas mencionada. 1.2 Descrição de uma ideia científica: há ao menos uma relação causal ou uma linha argumentativa que ilustre a racionalização do personagem até chegar à ideia defendida. 1.3 Menção a um experimento histórico: o experimento histórico é apenas citado. 1.4 Descrição de um experimento histórico: há dados que permitam a reprodução (ainda que mental) do experimento.
2. Evolução da ciência	2.1 Menção a períodos discretos: dois ou mais períodos são mencionados sem serem relacionados entre si. 2.2 Evolução linear e direta: um período ou evento é relacionado ao seguinte mantendo uma relação de dependência. 2.3 Evolução real: descreve controvérsias e idas e vindas da ciência, incluindo o abandono e a retomada de ideias. Acentua-se o caráter contextual das ideias científicas.
3. Quem faz ciência	3.1 Personagens individuais: um cientista, químico, filósofo ou pensador é apresentado como o único responsável pela descoberta científica. 3.2 Grupos de personagens: dois ou mais personagens trabalharam juntos para um mesmo propósito; 3.3 Cientistas anônimos: usam-se termos como cientistas, químicos, filósofos ou pensadores de forma genérica, sem deixar clara a ideia da necessidade de discussão, de apreciação e crítica para aceitação de uma ideia científica pelos pares. 3.4 Comunidade científica: quando há indicação no texto de que uma ideia científica precisa ser apreciada pelos pares, ressaltando o papel da publicação e da discussão das ideias.
4. Contextos aos quais a informação histórica está relacionada	4.1 Científico: a informação está relacionada ao conhecimento científico ou matemático existente ou inexistente na época; 4.2 Tecnológico: a informação está relacionada a tecnologia disponível ou indisponível na época; 4.3 Social: informação está relacionada às condições de vida e aos valores da época. 4.4 Político: informação relacionada à política da época; 4.5 Religioso: informação relacionada às crenças religiosas do período.

aceitação de uma ideia científica, deixando a impressão de que esta apenas acolhe, de maneira passiva, as novas teorias e saberes produzidos por algum pesquisador individual (este devidamente identificado, mas em caráter isolado).

Resultados e discussão

De início, julgamos importante frisar que tabela e lei periódica não são sinônimos. A tabela periódica representa um produto estilístico cujo desenvolvimento pressupõe a existência de uma lei periódica, que observa regularidades na variação de propriedades físicas e químicas dos diferentes elementos. Dentre as coleções analisadas, constatamos que LD1 e LD2 não realizam claramente essa distinção.

Em linhas gerais, a história da lei periódica apresentada nos livros didáticos primeiramente menciona que no final do século XIX havia diversos elementos sendo descobertos. Não há descrição para os processos dessas descobertas e também não se esclarece qual era o conceito de elemento que se tinha na época.

Apenas o LD2 explicita que o conceito de elemento mudou ao longo do tempo, apontando que a concepção expressa nos quatro elementos aristotélicos é diferente daquela adotada por Lavoisier no século XVIII.

Todos os LD apresentam tentativas modernas de

classificação dos elementos e as narrativas centram-se nos episódios da Lei das oitavas de Newlands, parafuso telúrico de De Chancourtois, tríades de Dobereiner e a tabela de Mendeleev. Embora apresentem essas tentativas, não há dados nos livros que permitam caracterizar porque essa classificação compunha um problema relevante à ciência do século XIX. A explicação dada no LD5 é que o número crescente de elementos químicos sendo descobertos requeria, meio que naturalmente, uma classificação para o estudo mais eficiente dos elementos.

Os LD1 e LD5 utilizam analogias para introdução da Tabela Periódica. A organização dos elementos na Tabela é comparada, no LD1, com a de produtos em um supermercado, e no LD5 com roupas em gavetas. Embora essas analogias pareçam um tanto arbitrarias, as classificações apresentam papel relevante na química. De acordo com Scerri (2011) as classificações podem ser úteis para fornecer explicações do tipo não-dedutivas, pois propiciam a acomodação de novos

dados em um sistema de dados já conhecidos. Em relação ao sistema periódico, o autor destaca que a aceitação da lei periódica pela comunidade científica ocorreu principalmente devido às acomodações que esse sistema permitia.

Todos os LD relacionam os seguintes personagens à história da classificação dos elementos: Johann W. Dobereiner (1780-1849); Alexandre-Emile B. de Chancourtois

Em linhas gerais, a história da lei periódica apresentada nos livros didáticos primeiramente menciona que no final do século XIX havia diversos elementos sendo descobertos. Não há descrição para os processos dessas descobertas e também não se esclarece qual era o conceito de elemento que se tinha na época.

(1820-1886); John A. R. Newlands (1837-1898) e Dimitri I. Mendeleev (1834-1907). Além desses, poucos outros nomes são elencados na narrativa de modo pontual e em apenas algumas das coleções. A Tabela 1 apresenta essa correlação.

Em geral, todos os livros apresentam os cientistas por meio de informações biográficas que se limitam à menção de nome, data de nascimento e morte, e, em alguns casos, nacionalidade. Ainda assim, alguns pesquisadores que participaram ativamente dos debates sobre a natureza elementar da matéria e a classificação dos elementos são apagados dessa história. Este é o caso, por exemplo, de William Prout (1785-1850), Leopold Gmelin (1788-1853), Jean Baptiste A. Dumas (1800-1884) e Max Pettenkofer (1818-1901). Todos eles exploraram relações numéricas e semelhanças químicas entre os elementos (Scerri, 2007), todavia não aparecem em nenhum dos LD que analisamos, o que indica que, de certa forma, os LD ainda transmitem uma visão da ciência positivista, pois buscam apresentar apenas os trabalhos de cientistas cujas ideias permitam fazer uma relação direta com conceitos da ciência atual. Além disso, quando as informações históricas são apresentadas, isso é feito de forma superficial, conforme ilustram os resultados da Tabela 2.

O trecho a seguir ilustra o que consideramos como simples menção a uma ideia científica.

Moseley percebeu que átomos de um mesmo elemento apresentavam sempre a mesma carga nuclear. Sendo assim, átomos de elementos distintos, possuíam, necessariamente, cargas nucleares diferentes (LD1, p. 119, grifo no original).

Observa-se que não é possível seguir uma linha de raciocínio que conduza às conclusões do cientista. Já o exemplo

abaixo, pelo maior detalhamento, consideramos como descrição de uma ideia científica:

Em 1869, Mendeleev pôde organizar os elementos em uma tabela, na qual aqueles com propriedades semelhantes apareciam numa mesma coluna. Elaborando melhor sua descoberta, ele percebeu que pareciam estar faltando alguns elementos para que ela fosse completa. Mendeleev resolveu, então, deixar alguns locais em branco nessa tabela julgando que algum dia alguém descobriria novos elementos químicos que pudessem ser encaixados nesses locais, com base em suas propriedades. Ele chegou, até, a prever algumas das propriedades que esses elementos teriam (LD3, p. 91)

Embora neste trecho também não fiquem claramente explicitados os detalhes que teriam ajudado na percepção de Mendeleev e nem como ele teria previsto as propriedades de elementos desconhecidos, no parágrafo anterior a esta ocorrência são exemplificadas propriedades semelhantes de alguns elementos, como sódio (Na), potássio (K) e rubídio (Rb). Os autores se referem às suas massas, que diferem segundo intervalos regulares, além da violenta reatividade frente à água e das combinações com cloro e oxigênio seguindo a fórmula geral ECl e E_2O (“E” representando o elemento sódio, potássio ou rubídio) (LD3, p. 90).

Os demais LD também mencionam as predições de Mendeleev, o que indica que todos os autores atribuem grande importância a esse episódio para proposição da tabela periódica. No entanto, poderia ser útil no ensino discutir que Mendeleev não foi o primeiro a fazer predições sobre a existência de elementos ainda não descobertos em sua

Tabela 1. Personagens citados

Personagens	Mencionados em:
Henry G. J. Moseley (1887-1915)	LD1, LD2, LD4 e LD5
Julius Lothar Meyer (1830-1895)	LD1, LD2, LD5
Niels H. D. Bohr (1885-1962)	LD2 e LD5
Aristóteles de Estágira (384 – 321 a.C.), Antoine L. Lavoisier (1743–1794)	LD2
Gilbert N. Lewis (1875-1946)	LD3
Clemens A. Wincklern (1838-1904); James Chadwick (1891-1974); Lars F. Nilson (1840-1899); Antonius van den Broek (1870-1926); Paul E. L. de Boisbaudran (1838-1912)	LD4
Jöns J. Berzelius (1779-1848); William Odling (1829-1921); William Ramsay (1852-1916)	LD5

Tabela 2. Abordagem das ideias / descobertas

Critérios	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
2.1 Menção a uma ideia científica	4	9	6	8	7
2.2 Descrição de uma ideia científica	3	4	2	4	2
2.3 Menção a um experimento histórico	1	-	-	2	-
2.4 Descrição de um experimento histórico	-	-	-	-	-
Totais	8	13	8	14	9

época e também que nem todas as suas predições foram bem sucedidas (Scerri, 2007, p. 52, 126).

Com relação à proposição da lei periódica, encontramos em LD1 e LD3 a indicação de que Mendeleev organizou os elementos em fichas contendo propriedades físicas e químicas, além das massas atômicas dos elementos, conforme pode ser observado no excerto a seguir:

Dimitri Mendeleev foi professor universitário na Rússia e fez uma importante descoberta na história da Ciência, enquanto estava escrevendo um livro de Química. Ele registrou as propriedades de cada um dos elementos químicos conhecidos (na época eram 63; hoje são mais de 100) em fichas de papel, cada ficha para um elemento. Manipulando as fichas, na tentativa de encadear as ideias antes de escrever determinada parte da obra, Mendeleev percebeu algo extraordinário (LD3, p. 89).

O fato do autor do livro relacionar a proposição da lei periódica com a escrita de um livro universitário é de relevância no ensino, pois pode propiciar uma reflexão sobre a atividade de um cientista. No entanto, mencionar a manipulação das fichas como a atividade determinante, que fez com que o pesquisador percebesse algo de extraordinário, é uma explicação muito simplista sobre o processo de proposição da ideia científica.

Nessa mesma direção, na legenda de uma tabela que os autores do LD5 identificam como o esboço da Tabela Periódica de Mendeleev, reforça-se uma informação mitológica, de que o arranjo original da Tabela teria ocorrido a Mendeleev num sonho, o que também propicia uma visão simplista e ingênua da ciência.

Em nossa revisão da literatura, encontramos relatos de que Mendeleev teria feito o rascunho de sua tabela apenas um dia, 17 de fevereiro de 1869, e que ao longo do processo de elaboração, utilizou cartões para organização de todos os elementos químicos conhecidos na época (Kaji, 2002; Brooks, 2002). Os autores que narram essa versão da história, normalmente, citam como referência uma publicação de Kedrov, datada de 1958. Entretanto, outros estudos históricos foram feitos desde então, e essa nova historiografia tem enfatizado que tanto Mendeleev como Lothar Meyer propuseram seus sistemas periódicos enquanto escreviam livros didáticos de química. De acordo com Gordin (2002), o livro de Mendeleev foi escrito não somente para suprir demandas educacionais, mas também financeiras. Segundo essa versão mais ponderada da história, admite-se que Mendeleev elaborou sua primeira versão da tabela em fevereiro de 1869, mas levou semanas para publicar um artigo com essa comunicação inicial junto à Sociedade Russa de Química, e

mais alguns anos para alcançar um refinamento da lei que lhe permitiria obter aceitação junto à comunidade química europeia. Além disso, esses historiadores ressaltam que a ideia sobre a proposição da lei periódica levou anos para amadurecer, possivelmente desde o Congresso de Karlsruhe, que ocorreu em 1860 (Gordin, 2002; Scerri, 2007).

Entendemos que essa nova historiografia sobre o processo que levou à proposição da lei periódica é mais adequada ao ensino, pois apresenta elementos que propiciam uma reflexão em relação ao fazer científico, como a necessidade de refinamento de uma teoria científica e de publicação dos dados de uma pesquisa para que sejam reconhecidos pela comunidade científica. Esse exemplo reforça a necessidade de análise criteriosa dos textos históricos que se pretende levar para a sala de aula (Porto, 2010, p. 168).

Versões simplistas do episódio não contribuem para que os estudantes formem visões mais críticas sobre ciências. Ao contrário, narrativas como essas contribuem para perpetuar a visão distorcida de que o conhecimento científico é produzido através de *insights*, como produto do acaso e através de observações corriqueiras (Forato *et al.*, 2011).

Com relação aos experimentos históricos, registrou-se a ocorrência de menções em apenas duas coleções. O LD1 cita um experimento realizado por Moseley para determinação da carga nuclear através da interação de raios X com a amostra, e o LD4 menciona esse mesmo experimento, além de outro, realizado por Chadwick, utilizando raios canais.

Nenhum dos LD descreve algum experimento científico relacionado ao desenvolvimento da lei periódica, o que, tendo em vista o papel que os experimentos apresentam na construção da ciência, poderia trazer ganhos ao ensino.

O próprio Mendeleev em sua Palestra Faraday sobre a lei periódica, realizada em 1889, fez algumas considerações sobre o papel da experimentação na ciência. Para o autor, os experimentos teriam um papel fundamental no fortalecimento e na lapidação de qualquer nova teoria. Eles seriam capazes de separar as ideias que se sustentam na realidade mensurável daquelas que são fruto de noções preconcebidas. Para o cientista, portanto, deveria haver um acordo entre teoria e experimento (Mendeleev, 1889, p. 635).

Esse discurso de apego aos fatos experimentais pode até soar contraditório no trabalho de Mendeleev, uma vez que o seu reconhecimento nos textos didáticos costuma se dar justamente em

função da antecipação teórica das propriedades de elementos desconhecidos, além da recusa, por parte do autor, em relação a alguns pesos atômicos conhecidos à época e que não se encaixavam em seu sistema periódico (Scerri, 2013, p. 281). No entanto, essa aparente contradição apenas ressalta a complexidade do fazer científico e do próprio pensamento do pesquisador. Mendeleev admite que a proposição inicial da lei periódica se colocava imediatamente em risco por

Esse discurso de apego aos fatos experimentais pode até soar contraditório no trabalho de Mendeleev, uma vez que o seu reconhecimento nos textos didáticos costuma se dar justamente em função da antecipação teórica das propriedades de elementos desconhecidos...

Tabela 3. Evolução da ciência

Critérios	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
3.1 Menção a períodos discretos	2	1	2	2	5
3.2 Evolução linear e direta	4	4	4	5	6
3.3 Evolução real	1	1	-	1	1
Totais	7	6	6	8	12

demandar a revisão de vários dados experimentais tidos como certos no final da década de 1860. Contudo, a confirmação experimental desses requisitos teóricos ao longo das duas décadas seguintes teria conferido à lei o seu status em meio à comunidade química (Mendeleev, 1889).

Para a formulação da lei periódica, Mendeleev destaca a relevância do trabalho de Stanislao Cannizzaro (1826-1910), sobre o qual tomou conhecimento durante o Congresso de Karlsruhe. Cannizzaro, considerando a hipótese de Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro (1776-1856), de que volumes iguais de todos os gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão possuem o mesmo número de partículas, propôs um método para determinação das massas atômicas por meio da obtenção da densidade relativa dos gases (Scerri, 2007, p.64). Diferente do que ocorria com os usuais pesos equivalentes dos elementos químicos, as novas massas atômicas, determinadas por este método, amparavam a leitura de Mendeleev de que as propriedades dos elementos se repetiam em intervalos periódicos respeitando a ordem crescente das massas atômicas (Mendeleev, 1889)¹.

A Tabela 3 apresenta os resultados da categoria Evolução da Ciência. O maior número de ocorrências se deu no critério evolução linear, em segundo lugar aparecem as menções a períodos discretos e o menor número de ocorrências foi no critério evolução real.

Como períodos discretos, consideramos quando não há a relacionamento explícito no texto entre um período e outro, tendo-se apenas uma sequência de datas, nomes e descobertas isoladas. O recorte a seguir ilustra uma das ocorrências que consideramos como evolução linear e direta:

Seis anos mais tarde, as previsões de Mendeleev começaram a ser confirmadas: em 1875, o químico e espectroscopista francês Paul Émile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912) isolou um novo elemento a partir de um mineral encontrado nos Pireneus. (LD4, p. 238).

No trecho acima está implícita a ideia que o elemento isolado por De Boisbaudran, o gálio, teria sua descoberta influenciada, de algum modo, pelas previsões de Mendeleev, em uma relação de dependência. Em versão bem diferente desta, Scerri (2007) relata que houve uma disputa entre Mendeleev e De Boisbaudran pelos créditos na descoberta desse elemento, pois De Boisbaudran trabalhou com evidências empíricas para a descoberta do elemento e desconhecia a predição de Mendeleev.

Como exemplo do critério evolução real, apresentamos o seguinte trecho:

Durante o século XIX, ocorreram várias tentativas de agrupar os elementos de acordo com as propriedades em comum. A questão-chave para essa organização era o critério a ser utilizado (LD2, p. 155).

No exemplo acima, nota-se que não havia consenso sobre como organizar os elementos, o que dá a conotação de controvérsia. Ainda que esta não se coloque de forma incisiva, consideramos como uma ocorrência mais próxima do critério de evolução real.

Em relação a quem faz ciência, a Tabela 4 indica que nos livros analisados o número de ocorrências mais expressivo aponta para personagens individuais e cientistas anônimos, o que indica que o aspecto coletivo da prática científica não é adequadamente evidenciado.

Extraímos do LD1 um trecho que permite alguma reflexão sobre comunidade científica:

O químico russo Dimitri Ivanovich Mendeleev é considerado o “Pai da Tabela Periódica”. Em 1869, ele apresentou à comunidade científica correlações mais detalhadas entre a massa atômica dos elementos e suas propriedades, permitindo um melhor entendimento da periodicidade dos elementos químicos (LD1, p. 144).

¹Mendeleev cita as séries compostas pelos elementos K/Rb/Cs e Ca/Sr/Ba para ilustrar a vantagem trazida pela adoção das massas atômicas. Pelo método defendido por Cannizzaro, essas massas seriam:

K=39 Rb=85 Cs=133

Ca=40 Sr=87 Ba=137

Enquanto que pelos pesos equivalentes então adotados, os valores seriam:

K=39 Rb=85 Cs=133

Ca=20 Sr=43,5 Ba=68,5

Nota-se que a nova organização sustenta uma relação entre as séries que obedece à ordem crescente das massas atômicas, e que isso não ocorre quando se consideram os pesos equivalentes (Mendeleev, 1889, p. 637).

Tabela 4. Quem faz ciência

Critérios	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
6.1 Personagens individuais	3	7	5	6	10
6.2 Grupos de personagens	1	-	1	1	-
6.3 Cientistas anônimos	5	-	2	1	2
6.4 Comunidade científica	1	1	3	1	1
Totais	10	8	11	9	13

Nesse recorte, notam-se ocorrências de personagem individual, ao caracterizar Mendeleev como “Pai da Tabela Periódica” e de cientistas anônimos, pois mesmo o autor utilizando o termo “comunidade científica”, acreditamos que este trecho não evidencia o papel que essa comunidade apresenta na construção do conhecimento científico. No recorte, nota-se que a comunidade científica é tratada como um agente passivo, que apenas aceita as ideias propostas por Mendeleev.

O recorte abaixo ilustra um exemplo mais complexo de comunidade científica, que seria o tipo de ocorrência que entendemos que pode trazer melhores contribuições para o ensino, já que permite discutir aspectos sobre a natureza da ciência. Os autores do LD4 apresentam o seguinte trecho, extraído de uma fonte secundária:

Embora a lei das oitavas fosse um passo importante em direção à classificação periódica moderna dos elementos, ela inicialmente não foi levada a sério pelos cientistas. [...] O relatório da conferência da Sociedade Química de Londres, onde ele comunicou os resultados de seu trabalho, produziu a seguinte nota: ‘O Sr. John A. R. Newlands apresentou uma comunicação intitulada ‘A Lei das Oitavas e as causas das relações entre as massas atômicas’. O autor diz ter descoberto uma lei segundo a qual os elementos com propriedades semelhantes apresentam relações especiais, análogas às que existem na música, entre uma nota e sua oitava. [...]. O Dr. Gladstone levantou objeções na base de que no quadro não há mais elementos a descobrir. [...]. O Prof. G. F. F. Foster, humoristicamente, perguntou se o Sr. Newlands não havia tentado dispor os elementos por ordem alfabética e se teria descoberto, nesse caso, alguma regularidade [...] (LD4, p. 236)

... acreditamos que caberia algum detalhamento em relação à disputa entre Meyer e Mendeleev sobre os méritos da proposição da lei periódica, pois este caso, potencialmente, permitiria ressaltar o papel da comunidade científica. Além disso, em nenhum dos livros há menção ao congresso de Karlsruhe...

Nota-se que a comunidade científica em questão não é neutra ou passiva. Há um julgamento das informações apresentadas por Newlands. Esse aspecto poderia gerar interessantes discussões no ensino, como por exemplo, procurar entender os motivos das objeções dos químicos às ideias

de Newlands. Embora esse trecho seja tão enriquecedor, deve-se notar que ele não faz parte do texto principal da página, aparecendo num box com letras de tamanho menor, de modo que é possível ler o capítulo sem necessariamente ler o texto mencionado.

Todos os LD apresentam Mendeleev como pioneiro na organização dos elementos que resultou na proposição da tabela periódica, pois embora verifiquem-se menções a tentativas anteriores ou paralelas de sistematização, estas são abordadas como ideias marginais, sem relevância para o entendimento da versão clássica da tabela.

Na página 145 do LD1, há um tópico denominado “Química tem história” em que se aborda como Mendeleev desenvolveu sua classificação. Há ali uma citação sobre

Meyer, que teria chegado às mesmas conclusões que Mendeleev de forma independente. Embora essa menção já introduza a questão, acreditamos que caberia algum detalhamento em relação à disputa entre Meyer e Mendeleev sobre os méritos da proposição da lei periódica, pois este caso, potencialmente, permitiria ressaltar o papel da comunidade científica.

Além disso, em nenhum dos livros há menção ao congresso de Karlsruhe, em que ocorreram discussões de ideias e se avançou no consenso sobre termos como elemento e molécula, que foram essenciais para que Mendeleev e Meyer apresentassem seus sistemas de classificação dos elementos. Os textos que indicamos na seção “Para saber mais” podem fornecer subsídios ao leitor sobre esses episódios.

Por fim, a Tabela 5 apresenta os dados numéricos referentes aos contextos associados à informação histórica apresentada nos LD.

Observa-se que o número de ocorrências é mais expressivo no critério contexto científico. No entanto, como apresentaremos nos exemplos a seguir, as ocorrências limitam-se a simples menções, pois não há detalhamento dos contextos considerados.

Na época de Mendeleev, não era possível explicar a razão da periodicidade das propriedades físicas e químicas dos elementos. Os primeiros modelos propostos para a estrutura dos átomos – o modelo

Tabela 5. Contextos aos quais a informação histórica está relacionada

Critérios	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5
5.1 Científico	1	3	3	1	2
5.2 Tecnológico	-	1	1	-	-
5.3 Social	-	-	-	-	-
5.4 Político	-	-	-	1	-
5.5 Religioso	-	-	-	-	-
Totais	1	4	4	2	2

de Thomson e o modelo de Rutherford - também não preenchem esta lacuna (LD2, p. 17)

O recorte acima trata de uma menção ao contexto científico, pois indica que o conhecimento científico disponível na época não era suficiente para explicar a periodicidade das propriedades químicas e físicas dos elementos.

A ocorrência a seguir representa outro um recorte de contexto científico:

Até o final do século XVIII, apenas 33 elementos tinham sido descobertos. Entretanto, durante o século XIX, acompanhando o grande desenvolvimento tecnológico e industrial, o número de elementos químicos conhecidos praticamente triplicou... (LD1, p. 143).

Apesar de o autor utilizar a expressão “desenvolvimento tecnológico”, não consideramos este recorte como de contexto tecnológico, pois não há qualquer detalhe sobre técnicas ou aplicações específicas às quais os autores queiram se referir. Consideramos como contexto científico devido à menção do conhecimento da existência de determinado número de elementos no período.

Como contexto tecnológico encontramos as seguintes passagens:

Alguns dos “elementos”, no sistema de Lavoisier, como a soda cáustica, foram decompostos posteriormente, quando os químicos começaram a usar a eletrólise (LD2, p. 153).

Em 1913 e 1914, o inglês Henry Moseley fez importantes descobertas trabalhando com uma complexa técnica envolvendo raios X. Ele descobriu uma característica numérica dos átomos de cada elemento que ficou conhecida como número atômico e que posteriormente ficou associada ao número de prótons (LD3, p. 91).

Nota-se nas ocorrências anteriores, que não há um

detalhamento sobre as técnicas empregadas, como suas aplicações e limitações dentro do contexto da época considerada. A impressão que se tem é que os LD apenas dão as dicas sobre esses condicionantes históricos e que caberia ao professor aprofundá-los em sala de aula. Todavia, tendo em vista a importância que a contextualização apresenta no ensino e a dependência que muitos professores possuem em relação aos LD, acreditamos que estes deveriam propiciar mais subsídios ao professor nesse quesito.

O recorte a seguir apresenta a única ocorrência que encontramos de contexto político.

Apesar da consagração mundial, a Academia Russa recusou-se a admiti-lo [Mendeleev] entre seus membros em virtude de sua posição política ser considerada liberal (LD4, p. 239).

Além de não trazer um esclarecimento mínimo sobre qual seria a situação política da Rússia ou o que se entendia por uma

postura liberal naquele contexto, essa frase sequer faz parte do texto principal da coleção, aparecendo apenas na legenda de uma imagem de Mendeleev. Alguma profundidade nessa abordagem poderia enriquecer, por exemplo, uma discussão sobre como fatores sociais influenciam a ciência.

A falta de contextualização encontrada nos LD em relação a informação histórica é um tanto quanto contraditória, pois de acordo com Martins (2006), um dos motivos pelos quais se defende a inserção da história da ciência no ensino é justamente para contextualizar os conhecimentos científicos, de modo que o estudante aprenda ciência e sobre a sua natureza. Além disso, Allchin (2004) ressalta que relatos fragmentários de eventos reais, que omitem o contexto, podem propiciar visões distorcidas de ciências, mesmo quando o objetivo é mostrar como a ciência funciona.

Os resultados que encontramos na análise dos livros estão de acordo com os apresentados nos estudos de Fernandes e Porto (2012) e de Vidal e Porto (2012). Esses trabalhos também foram realizados utilizando uma adaptação do instrumento de Leite (2002), sendo o primeiro referente

A falta de contextualização encontrada nos LD em relação à informação histórica é um tanto quanto contraditória, pois de acordo com Martins (2006), um dos motivos pelos quais se defende a inserção da história da ciência no ensino é justamente para contextualizar os conhecimentos científicos, de modo que o estudante aprenda ciência e sobre a sua natureza.

à análise da história da ciência em LD de química geral para Ensino Superior e o segundo sobre os LD de química aprovados pelo PNLEM 2007. Uma versão desse referencial metodológico também foi aplicada sobre livros didáticos de Biologia (Bittencourt, 2013), com resultados semelhantes e que lançam um alerta aos professores no que concerne à qualidade da informação histórica veiculada nesses materiais.

Em consonância com nossos achados, os principais resultados dos estudos de Vidal e Porto (2012) e Fernandes e Porto (2012) apontam que: simples menções às ideias científicas são mais frequentes do que descrições, indicando uma superficialidade na abordagem das ideias; concepções de evolução linear da ciência são predominantes; e com relação a quem faz ciência a maior quantidade de ocorrências refere-se a cientistas individuais.

Com relação à contextualização, Fernandes e Porto (2012) encontraram maior frequência de ocorrências do que nosso estudo. No entanto, estas referem-se em sua maioria apenas ao contexto científico, e, em alguns casos, ao contexto tecnológico. Vidal (2009) e Bittencourt (2013) também encontraram poucas ocorrências em relação à contextualização e a maior frequência foi para o critério contexto científico. Aliados aos nossos, esses resultados indicam uma maior carência de contextualização histórica nos livros de Ensino Médio.

Em resumo, dentre as fragilidades encontradas na abordagem histórica dos LD sobre a lei periódica, podemos destacar: 1) ausência de discussões acerca do conceito de elemento químico; 2) não valorização das contribuições do trabalho de contemporâneos e predecessores de Mendeleev na formulação da lei periódica; 3) caracterização deficiente das atividades ligadas à atuação de um cientista (refletida na ausência de menções ao trabalho como professor e ao papel das comunicações científicas, além da participação em congressos como o de Karlsruhe); 4) pouco detalhamento sobre a dinâmica de proposição e aceitação da lei periódica; 5) pouca ou nenhuma informação sobre aspectos contextuais do período.

Considerações finais

De acordo com Vidal (2009), a tabela periódica é um dos temas nos quais há maior concentração de informações

históricas nos LD. De fato, a história da ciência aparece como estratégia de abordagem do capítulo sobre a classificação de elementos em todos os LD que analisamos. Apesar desse resultado, verificamos que nenhuma das coleções analisadas apresenta dados históricos que permitam uma boa problematização para discutir a relevância da lei periódica na química.

A aplicação do instrumento de análise adotado revela que, preponderantemente, as coleções apresentam a ciência como algo feito por personagens individuais e que se desenvolve em períodos discretos ou de modo linear e cumulativo. As ideias científicas são apenas mencionadas assim como os contextos sociais em que essas ideias estão inseridas não são considerados. Há poucos vínculos de contextualização da ciência, e esta, quando ocorre, se restringe quase que exclusivamente ao contexto científico. Todos esses dados apontam para uma historiografia problemática, que não apresenta subsídios para que o professor possa discutir de forma eficiente questões referentes à natureza da ciência.

De forma geral, a história presente nos LD não contribui para compreensão dos fatores que propiciaram o desenvolvimento da lei periódica, o que permitiria uma visão mais crítica da ciência química como um empreendimento humano de caráter histórico e contextual.

Neste trabalho nos limitamos a colocar em evidência e comentar algumas fragilidades encontradas na abordagem histórica sobre a lei periódica constante nas coleções aprovadas pelo PNLD 2012. Com isso, sugerimos que o LD não é suficiente ao professor como fonte sobre aspectos históricos do conteúdo de ciências que se pretende desenvolver na Educação Básica. Sugerimos que o docente interessado nessas questões se aproxime da produção de historiadores modernos.

Arcenira Resende Lopes Targino (artargino@usp.br), graduada em Farmácia pela Universidade São Francisco (USF) e licenciada em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Atualmente é mestranda do Programa de Pós Graduação em Educação da Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP – BR. **José Otávio Baldinato** (baldinato@ifsp.edu.br), bacharel e licenciado em química pela USP, mestre e doutor em Ensino de Ciências pela USP. É professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). São Paulo, SP – BR.

Referências

- ALLCHIN, D. *Pseudohistory and pseudoscience*. *Science & Education*, v.13, p. 179-195, 2004.
- BITTENCOURT, F. B. O tratamento dado à história da biologia nos livros didáticos brasileiros recomendados pelo PNLEM 2007: análise das contribuições de Gregor Mendel. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Guia de Livros Didáticos. PNLD 2012: Química. Brasília, 2011.
- BROOKS, N. M. *Developing the periodic law: Mendeleev's*

work during 1869-1871. Foundations of Chemistry, v. 4, n. 2, p. 127-147, 2002.

ECHVERRIA, A. R.; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. Livro Didático: Análise e utilização no Ensino de Química. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 265-286.

FERNANDES, M. A. M.; PORTO, P. A. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. *Química Nova*, v.35, p. 420-429, 2012.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. *Historiografia e natureza da ciência na sala de aula*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

GORDIN, M. D. *The Organic roots of Mendeleev's periodic Law. Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, v. 32, n. 2, p. 263-290, 2002.

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

KAJI, M. *Mendeleev's concept of chemical elements and the Principles of Chemistry. Bulletin for the History of Chemistry*, v. 27, n. 1, p. 4-16, 2002.

LEITE, L. *History of science in science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of science textbooks. Science & Education*, v. 11, n. 4, p. 333-359, 2002.

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, p. XVII- XXVIII.

MENDELEEV, D. *The Periodic law of the Chemicals Elements. Journal of the Chemical Society*, v. 55, p. 634-656, 1889.

MEGID NETO, H.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca de objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 159-180.

SCERRI, E. R. *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*. New York: Oxford, 2007.

SCERRI, E. R. *Who is a theorist? Revista Eureka sobre En-*

señanza y Divulgación de las Ciencias, v. 8, n. 03, p. 231-239-, 2011.

SCERRI, E. R. *Some comments on the views of Niaz, Rodriguez and Brito on Mendeleev's periodic system. Educación Química*, v. 23, n. 3, p. 278-284, 2013.

TARGINO, A. R. L. *História da Lei Periódica no Ensino de Química: Lacunas na Abordagem nos Livros Didáticos*. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química). São Paulo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2014.

VIDAL, P. H. O. *A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. *A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007*. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

WARTHA, E. J.; FALJONI-ALÁRIO, A. *A contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático*. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 42-47, 2005.

Para saber mais

LEITE, H. S. A.; PORTO, P. A. *Análise da abordagem histórica para a tabela periódica em livros de química geral para o ensino superior usados no Brasil no século XX*. *Química Nova*, v. 38, n.4, p. 580-587, 2015.

OKI, M. C. M. *O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX*. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 24-28, 2007.

Abstract: *PNLD 2012 textbooks' historical approach to the periodic law.* The periodic law is a key idea in chemistry since it allows one to explain and to predict various properties of matter. Historical approaches might be effective to teach this topic as they assist the development of concepts while making easier to introduce topics related to the nature of science. Recognizing textbooks as a resource that guides the practice of many teachers, this paper's objective is to check how the history of periodic law appears in these books. We have adopted the categories proposed by Leite (2002) and Vidal (2009) in the analysis of the collections approved by the 2012 Brazilian National Textbook Program (PNLD). Following such criteria, the textbooks' approach does not help the perception of chemistry as a collective, historical and contextual human endeavor. Thus, we suggest the teacher who is interested in these questions to be aware of the production of modern historians.

Keywords: chemistry teaching, periodic law, textbooks.

Equívocos no Desenvolvimento e/ou aplicação de Objetos de Aprendizagem no ensino de química: um relato de experiência

Hawbertt R. Costa, Adilson L.P. Silva, Joacy B. de Lima e Aguinaldo R. de Souza

Este trabalho trata sobre a importância dos Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino de Química, frente à sociedade digital do conhecimento, buscando-se analisar alguns elementos essenciais no desenvolvimento e na validação pedagógica destes. Para tanto, a experiência de um dos autores na construção de um OA e na aplicação deste em uma escola pública de São Luís (MA) permite analisar a ocorrência de alguns equívocos que alertem licenciandos e professores de Química da acuidade na elaboração e/ou utilização dos OA como ferramenta de ensino. Entre os equívocos destacam-se a falta de: planejamento elaborado; conteúdos contextualizados que auxiliem o aluno na tomada de decisões; teoria de aprendizagem que oriente a um ensino com abordagens socioculturais; e adaptabilidade entre plataformas. Alguns desses erros foram cometidos pela falta de conhecimento no desenvolvimento e aplicação do OA, na época do trabalho (2009), e de orientação pedagógica no ensino de Ciências na região.

► objetos de aprendizagem; ensino de química; ferramentas socioculturais ◀

Recebido em 23/04/2015, aceito em 19/09/2015

Ao refletirmos sobre os vários recursos tecnológicos na sala de aula é necessário olharmos para o papel do professor quanto às mudanças que são provocadas tanto em sua prática quanto em seus paradigmas, enfatizando novas formas de ensinar que favoreçam uma aprendizagem contextualizada, voltada para (re)construção do conhecimento (Gomes, 2002; Schlemmer, 2006) e utilizá-las na interação e educação da “sociedade digital” (Prensky, 2001; Fuck, 2012).

Acreditamos que, nessa vertente, os Objetos de Aprendizagem (OA) podem auxiliar de forma dinâmica e didática o processo de ensino e aprendizagem em um contexto sociocultural, em especial no ensino de Química. Segundo Lambach (2007, p. 1):

O Ensino de Química no Nível Médio da Educação Básica tem se caracterizado por aulas quase que exclusivamente expositivas em que os conceitos químicos são resumidos a comprovações matemáticas, desvinculados dos fenômenos que levaram à

sua quantificação e das relações desses conceitos com situações reais do contexto sócio-econômico e cultural no qual o indivíduo está inserido.

Os OA têm se tornado foco de estudo nos últimos anos (Prata e Nascimento, 2007; Tarouco et al., 2014) e a definição mais aceita de um OA é reportada por Wiley (2001), que a classifica como qualquer entidade digital que possa ser reutilizada para dar suporte ao aprendizado, ou seja, é um elemento de um novo tipo de instrução com base em computador e no paradigma de orientação a objetos utilizados na área de computação. Essa definição não está atrelada apenas à importância das características voltadas ao meio digital, mas destaca a existência de uma intencionalidade relacionada ao processo de aprendizagem, e por esse motivo, alguns autores (Tarouco et al., 2003; Afonso et al., 2011 e Rodrigues et al., 2012) utilizam o termo Objetos Educacionais Digitais ou, simplesmente, Objetos Educacionais.

Portanto, este trabalho pretende tratar sobre os equívocos quanto ao desenvolvimento e aplicação de um Objeto de Aprendizagem (OA), sendo relatada a experiência deste propósito que o consideramos falho. O OA que foi desenvolvido por um dos autores e aplicado em uma escola pública

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

de São Luís (MA), no ano de 2009, possibilitou realizarmos a análise da ocorrência de alguns equívocos cometidos na produção e validação do mesmo, tais como falta de: planejamento pedagógico; conteúdos contextualizados que auxiliem o aluno na tomada de decisões; teoria de aprendizagem que oriente um ensino de ciência com abordagens socioculturais; e adaptabilidade entre plataformas.

Antes de tratarmos sobre os equívocos cometidos na produção e validação pedagógica do OA apresentado neste artigo, faz-se necessário abordarmos a importância dos OA no ensino de Química e analisarmos alguns elementos essenciais sobre o desenvolvimento e aplicação que valorizem a contextualização do conteúdo trabalhado. Essa abordagem poderá ajudar licenciandos e professores de Química que pretendam desenvolver e/ou utilizar um OA em suas práticas de ensino, pois vários desses equívocos foram cometidos pela falta de conhecimento sobre material de ensino instrucional, na época do trabalho, que orientasse esse tipo de prática e de orientação pedagógica no ensino de Ciências. Isto decorre, muito provavelmente, de um problema não tão recente: o fato de a organização do conhecimento químico ser orientada mais à formação do bacharel que à do licenciado.

Elementos essenciais na produção e aplicação de um OA

A seguir, apresentamos uma breve revisão da literatura sobre algumas das características mais relevantes na produção e uso de um Objeto de Aprendizagem (OA) e das dificuldades que são enfrentadas, para tomar consciência destes como uma ferramenta de ensino.

Um OA deve ser uma entidade digital que possa ser usada e reutilizada para dar suporte ao ensino. Desse modo, pode ser uma multimídia, um hipertexto, uma animação ou uma simulação, e o professor é a chave fundamental para selecionar, planejar e até mesmo produzir os materiais que serão utilizados em sala de aula.

A produção de um OA de cunho pedagógico bem elaborado e de boa qualidade técnica não é uma tarefa tão trivial. Segundo Sá et al. (2010), ao desenvolver um OA deve-se promover a conciliação entre os profissionais da informática (programação), área de Química (conteúdo) e área de ensino (teorias de aprendizado), para que, dessa forma, possa-se obter OA interativos e bem produzidos, tanto do ponto de vista dos conteúdos, quanto do ponto de vista pedagógico.

Nesse contexto, Falkembach (2005) e Santos et al. (2010) salientam que os professores devem estar preocupados em promover ações pedagógicas voltadas para o desenvolvimento tecnológico da sociedade, e além de se interessarem pela utilização de ferramentas tecnológicas desenvolvidas por outros, também se capacitem para o desenvolvimento de seu próprio material. Deve-se ter claro que a construção de um

OA enquanto produto precisa de três fases: Planejamento; Desenvolvimento; e Validação (Falkembach, 2005; Abreu et al., 2006; Benite et al., 2011; Bulegon e Mussoi, 2014).

Planejamento

A produção e/ou aplicação de um OA exige um bom planejamento, que valorize a contextualização em uma perspectiva sociocultural e a formação de um cidadão crítico que saiba opinar e tomar decisões em situações envolvendo conceitos científicos.

De acordo com Lambach (2007), as concepções de contextualização no ensino de Química atualmente, tratam apenas de utilizar exemplos de aplicações de conhecimentos químicos do dia a dia ou simplesmente como motivação para reforço de conteúdo.

Falkembach (2005) e Braga et al. (2012) nos alertam que nem sempre os OA são convenientes para determinadas situações de ensino, devendo-se ficar claro que as ferramentas digitais não podem resolver todos os problemas e nem atender a todos os indivíduos, tendo como propósito auxiliar o ensino em determinadas situações.

O planejamento deve ser realizado de acordo com as necessidades de cada situação de ensino em que se pretende trabalhar, devendo responder a perguntas básicas como:

- qual tema poderia ser discutido dentro da realidade do aluno e qual ele se interessaria?
- o que poderia ser mais relevante neste tópico?
- quais ações coletivas poderiam ser tomadas para promover a cidadania?

Certamente, não existe um padrão oficial que oriente a criação e aplicação pedagógica de qualquer tipo de OA. Porém, diversos autores (Abreu et al., 2006; Cirino e Souza, 2009; Benite et al., 2011; Santos et al., 2010) seguem as recomendações padrões dos documentos da “Fábrica Virtual”, criada pela Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), um programa da Secretaria de Educação a Distância (SEED), que tinha por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de Objetos de Aprendizagem e que hoje não está mais ativo.

Neste sentido, seus documentos e recomendações ainda podem ser acessados pelo site http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php. Dentre estes documentos, o “Modelo de Design Pedagógico” (que pode ser acessado e baixado em http://rived.mec.gov.br/arquivos/modelo_design.pdf) pode servir como orientação inicial para um planejamento mais adequado. Já os OA compartilhados pelo RIVED podem ser encontrados no site do Banco Internacional de Objetos Educacionais (podendo ser acessado em <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>).

Apesar de o “Modelo de Design Pedagógico” instruir no planejamento, com orientações na escolha do tópico; escopo

Um OA deve ser uma entidade digital que possa ser usada e reutilizada para dar suporte ao ensino. Desse modo, pode ser uma multimídia, um hipertexto, uma animação ou uma simulação, e o professor é a chave fundamental para selecionar, planejar e até mesmo produzir os materiais que serão utilizados em sala de aula.

do objeto de aprendizagem; interatividade; e nas atividades; nem sempre ele garante a produção de um OA adequado aos fins pedagógicos para o qual foi produzido. Alguns dos OA produzidos pelas “Fábricas Virtuais” e postados no RIVED foram avaliados por Sá et al. (2010) e falham em alguma questão conceitual, de design ou de cunho pedagógico. Neste sentido, o referido documento deve servir apenas como base introdutória para o desenvolvimento de OA. Outras fontes devem ser consultadas para um melhor desempenho.

Pesquisas em livros, revistas, jornais, entre outros, também devem ser levadas em consideração no planejamento, para observar como a contextualização é tratada nestes materiais. Estas pesquisas permitem elaborar um OA com os assuntos mais relevantes e atuais para a prática da cidadania dos alunos.

Segundo Martinez (2000), é importante levar em consideração a atenção às emoções, intenções e fatores sociais dos alunos, pois o excesso de confiança nas tecnologias pode resultar em instrumentos educacionais que não sejam úteis. A autora ainda classifica os Objetos de Aprendizagem como aqueles que são projetados usando uma estrutura conceitual incorporada com uma teoria de ensino, estratégias e metodologias, caso contrário são classificados como objetos de conteúdo. Ou seja, não possuem objetivos instrucionais e são meramente descritivos (por exemplo, mostra o título, autor, e uma descrição para cada item). Martinez (2000) ainda salienta que se ignorarmos as questões-chaves instrucionais (teorias de ensino, estratégia educacionais, metodologias e outros) é inviável usar satisfatoriamente OA para a aprendizagem.

A Teoria da Ação Mediada de Wertsch (1991, 1998, 1999), um dos teóricos mais expressivos da psicologia sociocultural, poderia ser utilizada como teoria de ensino na aplicação dos OA. A ideia de OA frente à ação mediada que trazemos para compreender seu papel na sala de aula, inspirada nos estudos de James Wertsch, é representada aqui como ferramenta cultural de aprendizagem. Para Wertsch, ferramenta cultural é empregada para designar os meios e os instrumentos utilizados pelo agente para executar uma determinada ação. Vinculado à tradição sociocultural, o autor apoia-se em estudiosos como Vigotski para discutir sobre o processo de internalização, Bakhtin para tratar da dialogia e gêneros de discurso e em Kenneth Burke para focar as múltiplas perspectivas da ação humana.

O propósito maior da análise sociocultural consiste em compreender como se relaciona o funcionamento da mente com o contexto cultural, institucional e histórico. Isto é, visa compreender as relações entre a subjetividade do agente, as ferramentas culturais, a internalização, a apropriação, a criatividade e as convenções culturais (Wertsch, 1991; 1999).

Nessa perspectiva, segundo Giordan (2008), existem algumas razões para se reelaborar a noção de ferramenta

cultural, ou OA, no contexto da ação mediada. Dentre elas, a principal é que a própria natureza das ações realizadas em um espaço desterritorializado e virtual altera radicalmente a natureza das ações humanas, que são decorrentes, principalmente, de uma combinação inusitada de propriedades e funções das ferramentas culturais. Giordan (2008) ainda afirma que a maneira mais adequada de se proceder para

aproximar a forma histórica e socialmente condicionada de produção de conhecimento químico ao conhecimento de formas de pensamento do estudante seria fazer com que a designação dos compostos, as propriedades das substâncias e dos seus entes constitutivos (as moléculas), reconhecessem a construção de regras de classificação como procedimentos essencialmente científicos, típico

da forma de pensar o mundo por meio dos conteúdos da Química e poder relacioná-los com o cotidiano.

Desenvolvimento

O desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (OA) possui características importantes, como as descritas por Tarouco et al., (2003) e referenciadas por diversos autores. (Moreira e Porto, 2010; Lambach, 2007; Benite et al., 2011; Bulegon e Mussoi, 2014):

- **Reusabilidade:** é a possibilidade de incorporar em múltiplas aplicações, podendo ser utilizado por usuários diferentes em diversos contextos. Para possibilitar tal reusabilidade é necessário que estes estejam catalogados em um repositório *on-line*;
- **Acessibilidade:** é a possibilidade de acessar os materiais em uma área remota e poder utilizá-las em diversos outros locais;
- **Interoperabilidade:** é a capacidade de operar componentes desenvolvidos em um local, com algum conjunto de ferramentas ou plataformas, em outros locais com outras ferramentas e plataformas, é uma conexão entre diferentes sistemas;
- **Durabilidade:** possibilidade de continuar a ser usado, sem reprogramar ou recodificar, mesmo quando a base tecnológica muda;
- **Adaptabilidade:** qualidades que evidenciam a possibilidade dos OA se adaptarem de acordo com as preferências e necessidades dos indivíduos e ao ambiente de ensino.

A produção de um OA não é tarefa fácil, por isso recomenda-se que a elaboração seja feita utilizando-se ferramentas de autoria, economizando tempo e recursos, devido não necessitar de um conhecimento amplo de programação. Segundo Leffa (2006), uma ferramenta de autoria é um programa de computador que serve para produzir arquivos digitais em diferentes mídias, possibilitando aos indivíduos

O propósito maior da análise sociocultural consiste em compreender como se relaciona o funcionamento da mente com o contexto cultural, institucional e histórico. Isto é, visa compreender as relações entre a subjetividade do agente, as ferramentas culturais, a internalização, a apropriação, a criatividade e as convenções culturais (Wertsch, 1991; 1999).

tornarem-se autores de seus próprios materiais. Alguns exemplos são o Flash da Adobe ou o Scratch do Grupo Lifelong Kindergarten do MIT Media Lab, que produzem animações, com automatização de diversas etapas que facilitam o trabalho do autor no momento do desenvolvimento. Geralmente algumas ferramentas de autoria possuem um bom repositório e padrões abertos que são extremamente desejáveis, como é o caso do Scratch (disponível em: <https://scratch.mit.edu/>).

Tarouco et al. (2003, p.2), afirmam que

Objetos educacionais são mais eficientemente aproveitados quando organizados em uma classificação de metadados e armazenados em um repositório integrável a um sistema de gerenciamento de aprendizagem (Learning Management System). A adoção de padrões abertos para este fim é desejável, uma vez que o rápido avanço da tecnologia leva à possível substituição de plataformas de gerenciamento de aprendizagem com maior rapidez do que a desatualização e/ou obsolescência de um objeto educacional, que pode ser atualizado e continuar a ser reusado em outro contexto. A estratégia de adotar padrões abertos também tem como objetivo alcançar independência de plataforma onde os objetos vão ser exibidos/executados permitindo o uso de diferentes sistemas operacionais e plataformas de hardware.

As escolas públicas brasileiras adotam o Linux Educacional como sistema operacional padrão nos laboratórios de informática. Por esse motivo, o Ministério da Educação criou uma iniciativa *on-line* (que pode ser visualizada em http://webeduc.mec.gov.br/linuxeducacional/curso_le/index.html) para a formação dos professores, especialmente no que se refere à melhoria da qualidade do processo de ensino e aprendizagem na área das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). No site http://webeduc.mec.gov.br/linuxeducacional/curso_le/modulo5.html é possível encontrar diversas ferramentas de autoria que possibilitam alunos e professores a criarem seus próprios Objetos de Aprendizagem.

O design gráfico é outro fator fundamental no desenvolvimento dos OA, pois este proporciona um ambiente mais atrativo para o aluno. Castro (1986) aponta que o conhecimento do mundo exterior é atingido ou captado aproximadamente pela proporção de 80% pela visão. Já Meleiro e Giordan (1999) citam que a visualização, como um meio facilitador do entendimento e da representação de fenômenos, vem sendo utilizada desde o surgimento da ciência por meio de gravuras, gráficos e ilustrações. Além disso, alertas, feedback e outras mensagens são importantes para uma maior interação com o usuário.

Validação

Entendemos por validação o processo de avaliação e aplicação dos OA no ambiente de ensino. Deste modo, recomenda-se que a avaliação seja realizada por meio de questionários, a outros professores da área, como proposto por Cirino e Souza (2009) ao citar as abordagens de Abreu et al. (2006, p.341):

*[...] explorassem o objeto e em seguida preenchessem duas fichas com questões que versavam sobre a **qualidade do conteúdo** (se os itens no OA contemplam: veracidade, fidedignidade, detalhamento, gramática correta, etc.); **adequação aos objetivos educacionais** (se há coerência entre os objetivos educacionais do OA e as atividades propostas, os textos e o perfil do público-alvo); **motivação** (se o objeto motiva e estimula o aluno a utilizá-lo); **interface** (se o design e as informações presentes no OA apresentam padrão nos requisitos: cor, tipo de botão, etc.); e, **usabilidade** (se o OA é fácil de navegar, oferece ajuda aos alunos, possuem instruções claras de uso).*

O design gráfico é outro fator fundamental no desenvolvimento dos OA, pois este proporciona um ambiente mais atrativo para o aluno. Castro (1986) aponta que o conhecimento do mundo exterior é atingido ou captado aproximadamente pela proporção de 80% pela visão.

De acordo com o planejamento, os OA necessitam conter uma estrutura conceitual incorporada com uma teoria de ensino, que estejam voltados para a contextualização em uma perspectiva sociocultural, buscando-se a partir de um tema social relevante, estudar os conteúdos químicos a ele relacionados. Deste modo, a aplicação do OA deverá seguir o planejamento, caso contrário servirá apenas para reforçar o conteúdo da disciplina, não trazendo nenhuma implicação social na vida do estudante.

Principais equívocos: um relato de experiência

Tratamos aqui a palavra equívoco como um engano por má interpretação ou um erro. Neste sentido, apresentamos a construção do Objeto de Aprendizagem “Gases”, sobre o estudo dos gases, levando-se em consideração o planejamento, o desenvolvimento e a validação, como já foram discutidos anteriormente.

O planejamento do OA “Gases” teve início com uma pesquisa aprofundada referente ao estudo dos gases, a fim de situar-se dentro do contexto da disciplina. Este levantamento foi realizado de duas formas: leitura de apostilas, artigos e capítulos de livros que abordavam o assunto, e discussão com professores responsáveis por este conteúdo. No entanto, a preocupação em fazer essa pesquisa estava em situar o OA dentro do conteúdo e pouco se preocupou com a contextualização, pois não se atentou para perguntas básicas como as que foram apresentadas no item de planejamento. Nenhuma ação coletiva pôde ser tomada para promover a cidadania,

tendo em vista que o OA objetivava demasiadamente a transmissão do conteúdo e pouco se preocupou com uma abordagem contextualizada.

Dentro do planejamento, também não foi incluída nenhuma teoria de ensino que pudesse orientar o desenvolvimento e a aplicação do OA em um contexto sociocultural. Sendo assim, a elaboração do projeto pautou-se no reforço do conteúdo sobre o estudo dos gases. Este equívoco ocorreu devido à falta de orientação em ensino de ciência, pois a região possui poucos profissionais na área e existia uma falta de conhecimento sobre material pedagógico que sustentasse o planejamento do trabalho. Destarte, um bom planejamento sempre deve incluir uma intensa leitura sobre as teorias de ensino, como a Teoria da Ação Mediada citada anteriormente, evitando que o OA seja frágil pedagogicamente.

O Objeto de Aprendizagem “Gases” foi elaborado em ambiente Windows XP® utilizando recursos do Visual Basic 6.0®, plataforma que exige certo conhecimento de linguagem de programação. Nada impede que um OA seja construído em plataformas que exigem domínio da linguagem de programação, mas aconselha-se usar ferramentas de autoria porque elas economizam tempo, recursos e geralmente possuem um bom repositório, além de padrões abertos para uma interoperabilidade. O Visual Basic 6.0® funciona apenas em ambiente Windows, e a construção de qualquer *software* nesta plataforma não permite uma interoperabilidade com outros sistemas operacionais. Além disso, o OA “Gases” não foi hospedado em nenhum repositório, o que impossibilitou a sua reusabilidade e acessibilidade.

É importante salientar que a interoperabilidade é fator preponderante a ser respeitado quando se planeja produzir um OA, pois a maioria dos computadores do laboratório de informática das escolas públicas brasileiras utilizam o Linux Educacional, e um OA que só opere com recursos de outro sistema operacional não poderá ser utilizado nesses computadores. Exatamente esse problema que enfrentamos ao aplicar o “Gases” em uma escola estadual de São Luís - MA, tendo que instalar o sistema operacional compatível com

o “Gases” em uma máquina virtual (software que executa sistemas operacionais e programas como um computador real) que foi instalada no Linux Educacional. Somente assim conseguimos executar o “Gases” neste sistema.

Um design agradável, com cores, símbolos e figuras, para atrair a visão do aluno, além de mensagens de auxílio, foram inseridas no programa. Dessa forma, o usuário poderia ser auxiliado sobre alguma operação que foi executada incorretamente, como é mostrado nas Figuras 1 e 2.



Figura 1: Tela inicial de apresentação do Objeto de Aprendizagem “Gases”.

Este é um ponto favorável a ser destacado no desenvolvimento do “Gases”, isto é, a importância do design gráfico, combinando cores e trazendo mensagens de auxílio que despertem a atenção do aluno. No entanto, um OA adequado pedagogicamente não deve conter apenas um bom design e priorizar a transmissão de conteúdo, assim como “Gases” fez, deve considerar as abordagens socioculturais que visem ações coletivas que promovam a cidadania.

Para auxiliar na validação do “Gases”, foi utilizado um roteiro, criado pelo próprio desenvolvedor. De acordo com o roteiro, o professor deveria explicar as três leis relacionadas aos gases ideais (Boyle, Charles e Gay-Lussac) e o princípio de Avogadro, salientando a possibilidade de combiná-las em



Figura 2: Mensagens de auxílio ao usuário na utilização do OA “Gases”.

uma única lei, mais específica e geral, ou seja, a lei dos gases ideais. Posteriormente, o professor utilizaria o OA para auxiliar o aluno, uma vez que se faria possível a aplicação das três leis utilizando o “Gases”. Podendo, ainda, ser feita a coleta dos dados e a construção dos gráficos em outro *software*.

A validação foi realizada em uma escola pública de São Luís – MA, no referido ano, com uma turma de vinte alunos de segundo ano do ensino médio. Contudo, nenhuma avaliação prévia fora realizada antes da aplicação do “Gases” na escola. Esta deveria ter sido realizada por meio de questionários aplicados a outros professores da área, com questões como as propostas por Abreu et al., (2006), com o propósito de avaliá-lo quanto à sua qualidade no conteúdo, usabilidade, motivação, dentre outros.

A seguir será descrito a maneira como o “Gases” foi aplicado em sala de aula, para posteriormente apontar os equívocos cometidos neste processo de validação. É interessante esta descrição para o leitor atentar-se para as “armadilhas” impostas pela empolgação de se produzir e aplicar recursos tecnológicos, que acreditamos fugir das abordagens tradicionais nas aulas de química. A citar uma dessas “armadilhas”, temos a crença que a elevação numérica de uma nota, mesmo que em baixa porcentagem, garante o sucesso de uso do OA e passamos a o considerá-lo satisfatório pedagogicamente.

Após o “Gases” está pronto e seguindo o roteiro pré-estabelecido, foram ministradas seis aulas expositivas teóricas em uma turma de 20 alunos, em que foram definidos o estado gasoso e as variáveis de estado de um gás, ou seja, pressão, volume e temperatura, bem como as transformações possíveis de um gás: isotérmica, isobárica e isocórica, abordando as definições juntamente com o formalismo matemático. Em seguida, foi aplicado o pré-teste com dez questões a fim de analisar o aproveitamento dos alunos antes da utilização do “Gases”. Os resultados revelaram uma média geral (M) de 5,85, entre os vinte alunos pesquisados, com o desvio padrão (Sd) de 1,76 e desvio padrão da média ou erro padrão (Se) de 0,39, conforme mostrado na Figura 3.

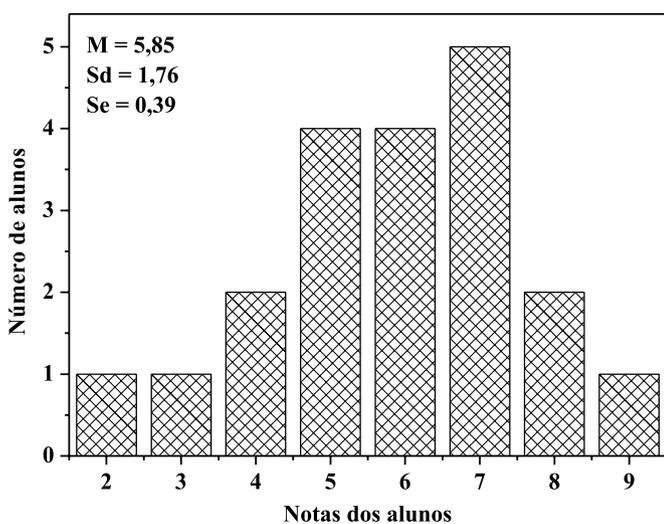


Figura 3: Demonstrativo de notas obtidas pelos alunos no pré-teste antes da utilização do OA “Gases”.

Devido ao baixo desempenho dos alunos, e procurando fundamentar-se nos trabalhos de Vasconcellos (2005) e Driver et al., (1999), foram ministradas duas aulas no laboratório de informática, utilizando o “Gases”. Em seguida, foi aplicado o pós-teste que revelou uma média de 6,95, com desvio padrão (Sd) de 1,54, e erro padrão de 0,34 (Se), conforme mostrado na Figura 4. A partir dos valores obtidos no pré-teste (Figura 3) e no pós-teste (Figura 4) pôde-se verificar de maneira geral que houve aumento da média após a utilização do OA, comparando ao método expositivo, em cerca de 20%, indicando de forma genérica que o uso sistemático da informática poderia provocar melhorias no processo de aprendizagem dos alunos envolvidos na experiência, o que de fato serviu apenas como reforço de conteúdo.

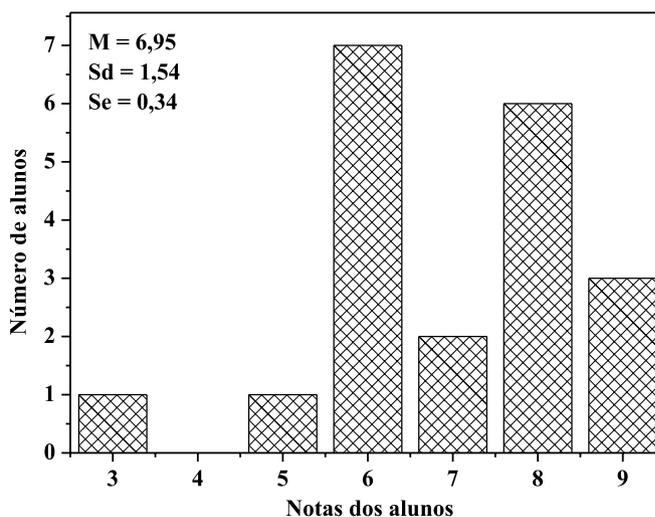


Figura 4: Demonstrativo de notas obtidas pelos alunos no pós-teste após da utilização do OA “Gases”.

A forma como foi aplicado o OA “Gases” talvez tenha sido o maior dos equívocos do referido trabalho, pois fez-se uma má interpretação do referencial teórico adotado, visto que, os trabalhos de Vasconcellos (2005) e Driver et al. (1999) já são bem conhecidos no que diz respeito ao planejamento e à contextualização no ambiente de ensino. Neste sentido, o “Gases”, mesmo possuindo objetivos instrucionais e podendo ser considerado um OA em vez de um Objeto de Conteúdo, falha em alguns pontos como a falta de uma teoria de ensino no seu planejamento e estratégias de ensino que valorizem questões socioculturais. Desse modo, mantém uma aprendizagem passiva que é característica do tradicionalismo.

Segundo Berryman (1993) *apud* Martinez (2000), a aprendizagem passiva tem como principal característica a postura dos alunos: não interagem com o problema e nem com o conteúdo, e, deste modo, não recebem o *feedback* experiencial tão fundamental à aprendizagem, não têm a chance de se envolver na escolha, no julgamento e nos processos de controle e formulação dos problemas.

Além disso, aplicou-se um questionário de satisfação com os alunos sobre a importância de utilização do “Gases” como

recurso de ensino. Os resultados obtidos constataram que 95% dos alunos acreditaram no uso do OA como elemento facilitador no entendimento do conteúdo. Este resultado deve ser refletido com cautela pelo pesquisador, pois pode induzir a um entendimento de que o uso do OA foi satisfatório do ponto de vista educacional. Quando, na verdade, serviu apenas como reforço de conteúdo, não envolvendo os alunos em ações coletivas que incentivassem o exercício da cidadania e do pensamento crítico.

Considerações finais

O uso de tecnologias, em especial os Objetos de Aprendizagem, na sala de aula se faz necessário para o acompanhamento do crescimento tecnológico, de forma crítica, em meio à sociedade digital. Contudo, alguns cuidados devem ser tomados durante a utilização destes em sala de aula, pois os OA não devem objetivar apenas o reforço de conteúdo, devem possuir valores instrucionais que sirvam a propósitos do exercício da cidadania e do espírito crítico.

O que foi apresentado no texto e o breve relato de experiência mostraram os cuidados que se deve ter na elaboração e aplicação de um Objeto de Aprendizagem, tendo como foco principal o planejamento. Portanto, acredita-se que diversos OA, já construídos, podem ser adaptados e contextualizados no ambiente de ensino, desde que seja realizado um bom planejamento em perspectivas socioculturais.

A experiência com o “Gases” não foi considerada plenamente negativa, uma vez que serviu para o amadurecimento das ideias com o prosseguimento dos estudos, podendo até mesmo ajudar àqueles que desejam trabalhar com essa temática e encontram dificuldades. O trabalho sobre o

“Gases” não foi publicado devido aos equívocos que foram encontrados com o amadurecimento das ideias, mas pode ser solicitado via *e-mail* para o correspondente autor.

Hawbertt Rocha Costa (hawbertt.costa@ufma.br), possui graduação em Química Licenciatura pela Universidade Federal do Maranhão (2009). Mestrado em Química Analítica pela Universidade Federal do Maranhão (2012). Doutorando em andamento na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho em Educação para Ciência. Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal do Maranhão no Campus de Bacabal. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Eletroquímica e Educação em Química. Bacabal, MA – BR. **Adilson Luis Pereira Silva** (adilson.luis@cecen.uema.br), possui Mestrado em Química, Especialização em Mídias da Educação e Graduação em Química Licenciatura todos pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é professor Assistente da Universidade Estadual do Maranhão, campos Paulo VI. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Quântica, atuando principalmente nos seguintes temas: Tecnologias e Metodologias Educacionais, Cinética Eletroquímica e Eletroquímica e Química Teórica. São Luís, MA – BR. **Joacy Batista de Lima** (joacy.lima@ufma.br), possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará, graduação em Química Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Federal do Maranhão, Especialização em Educação a Distância pelo SENACMA, mestrado em Química Analítica São Carlos pela Universidade de São Paulo e doutorado em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor associado da Universidade Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Campos de Coordenação, cinética química e informática aplicada a química, atuando principalmente nos seguintes temas: síntese e caracterização de complexos, cinética e mecanismos de reações, ensino de química, software aplicado a química, ensino médio e software educativo. São Luís, MA – BR. **Aginaldo Robinson de Souza** (arobins@fc.unesp.br), bacharelado em Química pela Universidade Estadual Paulista, UNESP, mestrado em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo, USP, doutorado em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo, USP e pós-doutorado pela Universidade da Califórnia em San Diego, UCSD (1995). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Estadual Paulista, UNESP. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Teórica, atuando principalmente nos seguintes temas: simulação computacional, software educativo, modelos moleculares, teoria do funcional da densidade e computação em GRID. Bauru, SP -BR.

340

Referências

ABREU, M.; CORDEIRO, R.; RAPKIEWICZ, C.; CANELA, M. Utilizando Objetos de Aprendizagem no Processo de Ensino e Aprendizagem de Química no Ensino Médio: o Caso dos Óxidos e da Poluição Atmosférica. In: XXVI Congresso da SBC. *Anais...* Campo Grande, p. 336-344, 2006.

AFONSO, M. C. L.; EIRÃO, T. G.; MELO, J. H. M.; ASSUNÇÃO, J. S.; LEITE, S. V. Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE): Tratamento da informação em um repositório educacional digital. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 16, n. 3, p. 31-40, 2011.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M.; SILVA FILHO, S. M. DA. Cibercultura em Ensino de Química: Elaboração de um Objeto Virtual de Aprendizagem para o Ensino de Modelos Atômicos. *Química Nova na Escola*, n. 33, p. 71-76, 2011.

BERRYMAN, S. E. Learning for the workplace. *Review of Research in Education*, v.19, p. 343-401, 1993.

BRAGA, J. C.; DOTTA, S.; PIMENTEL, E.; STRANSKY, B. Desafios para o Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem Reutilizáveis e de Qualidade. In: Workshop de Desafios da Computação aplicados à Educação. *Anais...* Curitiba, p. 1-10, 2012.

BULEGON, A. M.; MUSSOI, E. M. Pressupostos Pedagógicos de Objetos de Aprendizagem. In: TAROUCO, L. M. R.; DA

COSTA, V. M.; ÁVILA, B. G.; BEZ, M. R.; DOS SANTOS, E. F. (Org.). *Objetos de Aprendizagem: teoria e prática*. 1. ed. Porto Alegre: Evangraf, 2014, p. 54-75.

CASTRO, V. G. *Teoria y Práctica de Los Médios de Enseñanza*. La Habana: Pueblo y Educación, 1986.

CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. DE. Objetos de Aprendizagem como ferramenta instrucional para professores de química no ensino médio. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – SC. *Anais...* Florianópolis, p. 1-13, 2009.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31-40, 1999.

FALKEMBACH, G. A. M. Concepção e Desenvolvimento de Material Educativo Digital. *Novas Tecnologias na Educação - CINTED/UFRGS*, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2005.

FUCK, M. P. Tecnologia, sociedade e redes digitais: novas dimensões para as políticas públicas. *Revista Katálysis*, v. 15, p. 141-143, 2012.

GIORDAN, M. *Computadores e linguagens nas aulas de ciências*. Ijuí: Unijuí, 2008.

GOMES, N. G. Computador na escola: novas tecnologias e inovações educacionais. In: BELLONI, M. L. (Org). *A formação na sociedade do espetáculo*. São Paulo: Loyola, 2002, p. 119-134.

LAMBACH, M. *Ensino de Química e Contextualização: o*

uso das NTIC para a problematização dialógica. Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED, 2007. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID207/v8_n2_a2013.pdf. Acesso em: 20 jan. 2015.

LEFFA, V. J. Uma ferramenta de autoria para o professor. O que é e o que faz. *Letras de Hoje*, v. 41, n. 2, p. 189-214, 2006.

MARTINEZ, M. Designing learning objects to mass customize and personalize learning. In: D. A. WILEY (Ed.). *The Instructional Use of Learning Objects*. 2000, p. 1-29. Disponível em: <http://reusability.org/read/chapters/martinez.doc>. Acesso em: 20 jan. 2015.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. H. Hipermídia no Ensino de Modelos Atômicos. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 17-20, 1999.

MOREIRA, M. B.; PORTO, N. M. C. Desenvolvimento e análise do uso de objeto de aprendizagem como ferramenta de apoio no ensino de química no ensino médio. *Revista Congrega Urcamp*, v. 1, p. 1-13, 2010.

PRATA, C. L.; NASCIMENTO, A. C. A. A. *Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico*. Brasília: MEC, SEED, 2007.

PRENSKY, M. Digital Natives Digital Immigrants. *On the Horizon*. v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

RODRIGUES, P. A. A.; JÚNIOR, K. S. SCHLÜNZEN, E. T.M.; RODRIGUES, M. I. R. Banco Internacional de Objetos Educacionais: Repositório Digital para o uso da informática na Educação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. v. 20, n. 1, p. 111-120, 2012.

SÁ, L. V.; ALMEIDA, J. V.; EICHLER, M. L. Classificação de Objetos de Aprendizagem: Uma Análise de Repositórios Brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA. *Anais...* Brasília: Instituto de Química da Universidade de Brasília, p. 1-11, 2010.

SANTOS, S.; CRISTINA, H.; HENRIQUE, R.; APARECIDA, M. Produção e Desenvolvimento de Materiais Didáticos Digitais

para o Ensino de Química : uma perspectiva formativa In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química. *Anais...* Brasília, p. 1-9, 2010.

SCHLEMMER, E. O trabalho do professor e as novas tecnologias. *Revista Textual*, v. 1, n. 8, p. 33-42, 2006.

TAROUCO, L. M. R.; COSTA, V.; ÁVILA, B. G.; BEZ, M. R. SANTOS, E. F. DOS. *Objetos de Aprendizagem: teoria e prática*. 1. ed. Porto Alegre, RS: Evangraf, 2014.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. *Novas Tecnologias na Educação - CINTED/UFRGS*, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2003.

VASCONCELLOS, C. DOS S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. 16. ed. São Paulo: Libertad, 2005.

WERTSCH, J. V. *La mente em acción*. Buenos Aires: Aique, 1999.

WERTSCH, J. V. *Voces de la mente: um enfoque sociocultural para El estudio de la Acción Mediada*. Madrid: Visor, 1991.

WERTSCH, J. V.; DEL RIO, P.; ALVAREZ, A. *Estudios socioculturais da mente*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WILEY, D. *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy*. p. 1-35, 2001. Disponível em: www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc. Acesso em: 20 jan. 2015.

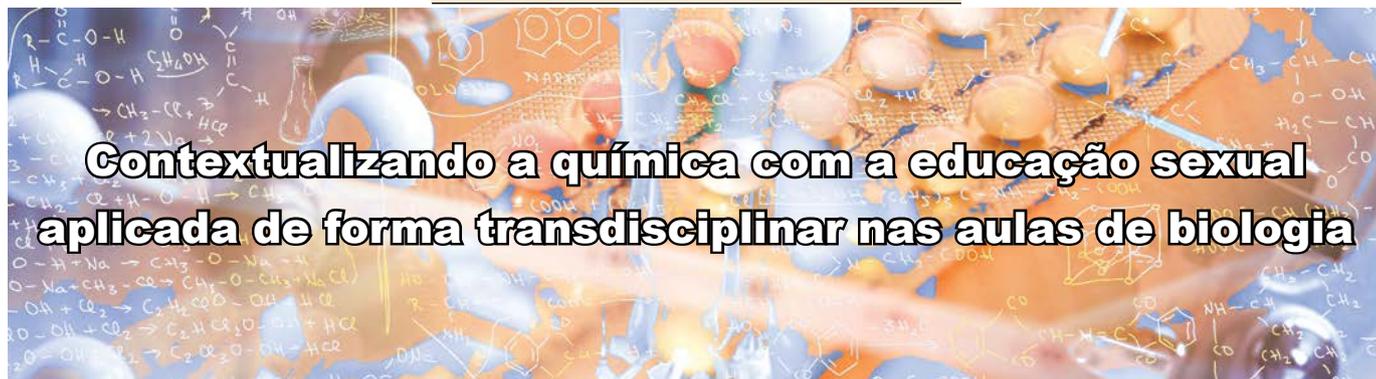
Para saber mais

GOMES, B.; GUEDES, F.; MARACAJÁ, M.; ALBUQUERQUE, M.; NICOLAU, M. Educação e novas tecnologias da informação e da comunicação: o livro didático digital no Brasil. *Temática*. n. 7, p. 132-145, 2014.

LEITÃO, U. A.; PINTO, A. C. Interatividade e transposição didática com recursos do moodle: uma proposta de critérios de análise. *Revista Teoria e Prática da Educação*. v. 16, n. 1, p. 57-70, 2013.

Abstract: *Misconceptions in development and/or application of Learning Objects on chemistry teaching: an experience report.* This work discuss about importance of Learning Objects (LO) on chemistry teaching, in face of digital knowledge society, and it seeks to analyze any essential elements in development and pedagogical validation of LO. Therefore, first author's experience in the construction of a LO and its application in a public school of São Luiz (MA), allows to analyze the occurrence of some misconceptions that alert undergraduates and chemistry teachers about the accuracy in the elaboration and/or use of LO as a teaching tool. Among the misconceptions, can be highlighted absence of: elaborate planning; contextualized content to assist student in decision making; learning theory that guides teaching with sociocultural approaches; and, adaptability among platforms. Some of these mistakes were committed by knowledge lack on LO development and application, at that time (2009) and pedagogical orientation in Science education in the region.

Keywords: learning objects; chemistry teaching; sociocultural approach.



Contextualizando a química com a educação sexual aplicada de forma transdisciplinar nas aulas de biologia

Rachel M. Ferreira, Emilian G. O. Z. Silva e Danielle A. M. Stapelfeldt

Este trabalho abordou o tema Educação Sexual nas aulas de Química e Biologia com o objetivo de promover um ensino contextualizado e interdisciplinar. As aulas foram desenvolvidas com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Foi preparado um conjunto de quatro aulas de química e biologia sobre sistema nervoso e equilíbrio químico; juntamente com esses conteúdos abordou-se ciclo menstrual e métodos contraceptivos. A fim de avaliar a mudança de perspectiva dos alunos a respeito da química e o resultado das aulas propostas, foram aplicados dois questionários: um antes das aulas e o outro ao final. Através dos resultados obtidos foi possível dimensionar o quanto é possível aproximar os conteúdos de Química aqui trabalhados da realidade dos alunos.

► educação sexual, contextualização e transdisciplinaridade ◀

Recebido em 05/03/2015, aceito em 10/04/2016

342

O ensino de Química transformou-se em preocupação premente nos últimos anos, tendo em vista que hoje, além das dificuldades apresentadas pelos alunos em aprender Química, muitos não sabem o motivo pelo qual estudam esta disciplina, visto que nem sempre esse conhecimento é ensinado de maneira que o aluno possa entender a sua importância.

Normas pedagógicas desatualizadas, instituídas por algumas escolas, podem tornar um desafio para o educador romper com suas práticas enraizadas que tornam difícil a mudança (Altarugio, 2010). Em paralelo, a falta de recursos didáticos proveniente da falta de infraestrutura das escolas também contribui para o distanciamento da relevância da disciplina para o aluno.

Um estudo de Cardoso (2000) mostra que os alunos não conseguem enxergar a importância de aprender Química. Para muitos alunos, a inadequação dos currículos ou de práticas pedagógicas os impede de fazer uma conexão com a realidade. A pesquisa também aponta outras razões para o desinteresse, tais como: relacionamento com o professor, superficialidade dos conteúdos, temas considerados abstratos, defasagem no arcabouço teórico de outras disciplinas como física e matemática, quantidade excessiva de assuntos a serem memorizados, dentre outros.

Pensando na dificuldade dos alunos em compreenderem os fenômenos químicos (Roque, 2008), faz-se necessária a aplicação de metodologias que procurem aproximar a química da realidade dos alunos. Uma escola cidadã é aquela que possui uma proposta pedagógica voltada para princípios de justiça social, tendo como meta a transformação da sociedade através de uma educação científica para seus alunos (Mortimer, 1997).

Para Saviani (2007), a educação tem um potencial de instrumentalizar os sujeitos para agir sobre a realidade. Um trabalho educativo eficiente, como por exemplo a Educação Sexual, é aquele que consegue conectar a teoria com a prática, fazendo com que o aluno reflita e tenha capacidade de interferir em sua realidade para transformá-la.

Este trabalho teve como objetivo aplicar a Química de forma transdisciplinar, usando as disciplinas de Química e Biologia inseridas na Educação Sexual no Ensino Médio e despertar um novo olhar a respeito da Química como ciência totalmente inserida no cotidiano.

Educação Sexual

A Educação Sexual (ES) é definida por Figueiró (1996) como uma ação de ensino - aprendizagem de informações

baseadas na sexualidade humana e em discussões e reflexões sobre valores, normas, sentimentos, emoções e atitudes relacionadas à vida sexual. Dessa forma, fica claro que a ES não é apenas a teoria de como funcionam os órgãos sexuais ou métodos contraceptivos, mas envolve também sentimentos e crenças peculiares a cada ser humano.

A ES diz respeito ao conjunto de valores transmitidos pela família e pelo ambiente social, com influências da cultura, da mídia, dos amigos, e da escola, permitindo incorporar valores, preconceitos e ideologias. Dessa forma, a sexualidade precisa ser vista como um processo em contínua construção, minucioso, sutil, sempre inacabado, que sofre interferências diretas e indiretas de diversas instituições (Louro, 2008).

A gravidez e a maternidade não planejadas durante a adolescência, com ênfase na ocorrência em menores de 16 anos, vêm preocupando profissionais da saúde, pais, educadores e toda a sociedade, tendo em vista os prejuízos pessoais e sociais, ainda mais agravados, quando associados às precárias condições de vida, com pouco acesso aos serviços e bens de consumo, contribuindo assim para permanência do ciclo da pobreza (Gama *et al.* 2001; Gama *et al.*, 2004; Silva, 2010).

Ao engravidar, a adolescente, em muitos casos, tem que abandonar seu estudo para ingressar no mercado de trabalho - com frequência, com remuneração insuficiente para levar uma vida digna juntamente com seu filho. Segundo Oliveira (2008), fatores como vergonha, preconceito e abandono do parceiro também influenciam o abandono escolar. Por essa razão, os Governos Federal e Estaduais têm proposto políticas de combate à gravidez na adolescência, oferecendo aos professores e diretores que lecionam em escolas da rede pública cujo índice de gravidez, abandono escolar e reprovação tenham diminuído.

Barros e Ribeiro (2012) também destacam que a abordagem da ES vai além da prevenção à gravidez indesejada, DSTs e a Aids. Segundo eles, é preciso discutir e problematizar algumas questões centrais em relação às questões de corpos, gêneros e sexualidades, tais como a homofobia, os desejos e os prazeres, a equidade de gênero, a diversidade sexual, entre outras possibilidades.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) buscam, por meio de sua proposta de orientação sexual, redimensionar a prática pedagógica para que alcance o todo da sexualidade, legitimando e também delimitando o papel do educador, para que não se restrinja às informações físico-anatômicas, que remetem apenas a um cunho informativo e não trazem resultados significativos. É necessário viabilizar um processo de atuação do professor para que este abranja o tema em sua complexidade, contribuindo desse modo com a aprendizagem (Lira e Jofili, 2010; Brasil, 1998, p.307).

Os PCN trazem uma proposta de que a orientação sexual deve ser discutida na escola como um tema que abranja todas as áreas do saber, interagindo nas diversas disciplinas (Barros e Ribeiro, 2012). Os PCN apontam a importância do tema, bem como seu caráter transversal, devendo a ES ser abordada de forma contínua nas diversas disciplinas (Brasil, 1998, p.307). Assim, a sexualidade não é considerada

como um tema complementar, mas sim que venha nortear de forma menos rígida as estruturas das diversas disciplinas (Brasil, 1998 p.309; Barros e Ribeiro, 2012).

Dessa forma, os responsáveis pela ES dos alunos são todos os profissionais da escola: a discussão nas diferentes disciplinas possibilita a inclusão de diversos saberes e conhecimentos de todas as áreas, não lhe dando apenas um olhar fragmentado (Barros e Ribeiro 2012).

Este trabalho não tem a pretensão de substituir a ES transmitida pela família, mas sim de propiciar debates e discussões de diferentes pontos de vista sobre o tema, com o intuito de complementá-lo, visto que cada família tem seus valores e crenças passados de pais para filhos.

A contextualização como ferramenta de aprendizagem

Segundo Scafi (2010), a contextualização favorece o despertar do interesse pelo conhecimento com aproximações entre conceitos químicos e a realidade social do indivíduo. Ainda segundo o autor, é preciso também criar um ambiente propício de ensino, no qual o aluno possa vislumbrar a aplicabilidade dos conceitos aprendidos. A aplicação de conteúdos fragmentados, por outro lado, impede que os alunos sejam capazes de desenvolver o raciocínio crítico, assim como entender os processos que os cercam. A falta de contextualização se constitui em um dos fatores responsáveis pelo desinteresse dos alunos pelas ciências (Lima *et al.* 2000; Costa e Souza 2013).

Barros e Ribeiro (2012) apontam a fragmentação do saber nas escolas, onde os conteúdos a serem discutidos são divididos em diversas áreas do conhecimento acarretando na fragmentação dos saberes, e apenas profissionais especializados podem discutir determinados conteúdos. Segundo esses autores, o modelo disciplinar adotado nas escolas é uma “herança da ciência moderna”, que promoveu a repartição das áreas do saber, surgindo assim as disciplinas. Devido à quantidade e complexidade dos conhecimentos produzidos em cada disciplina, tornou-se inviável um saber unificado.

A transdisciplinaridade tem como objetivo, mais do que integrar as disciplinas, mostrar como o conhecimento não é fragmentado, e sim uma linha contínua e infinita. Sem a transdisciplinaridade, os alunos, como cita Morin (2003), perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes e integrá-los em seus conjuntos.

Neste trabalho, a educação sexual (ES) foi utilizada como ferramenta de contextualização e transdisciplinaridade. A contextualização tem o papel de aproximar o conhecimento científico das realidades sociais dos alunos (Santos e Porto 2013), enquanto que a transdisciplinaridade auxilia a contextualização dando sentido aos alunos tanto no aprendizado de química quanto de biologia, evidenciando o caráter contínuo do conhecimento.

Dessa forma, fica claro como a contextualização faz parte da transdisciplinaridade, e abordá-la durante as aulas é mais do que um recurso didático, e sim uma forma de ajudar nessa junção do conhecimento para que o aluno desenvolva sua

capacidade de raciocínio integrador e construa seu pensamento crítico sobre os diversos assuntos.

Portanto, a transdisciplinaridade tem papel fundamental no desenvolvimento deste trabalho, pois com ela consegue-se atingir duas vertentes: a de aproximar os alunos da química (Guimarães, 2009), mostrando suas conexões com outras disciplinas e seu cotidiano; e também promover uma melhora no aprendizado, uma vez que o que se aprende passa enfim a fazer sentido para a sua realidade.

A ES, a contextualização e transdisciplinaridade estão presentes nos documentos dos PCN, sendo defendidos como instrumentos metodológicos importantes para o desenvolvimento crítico do aluno.

Metodologia

Foi utilizada uma abordagem de pesquisa qualitativa do tipo relato de experiência, para identificar os principais condicionantes responsáveis pelo baixo interesse dos alunos nas aulas de Química.

Foram preparadas aulas com conteúdos de química e biologia, com foco na Educação Sexual, para o segundo ano do Ensino Médio de uma escola municipal de Macaé (RJ), constando de quatro aulas de 50 minutos, sendo o primeiro dia um tempo e o segundo três tempos. A turma foi composta por 32 alunos entre 16 a 18 anos no primeiro dia, e 31 alunos no segundo.

O conteúdo de biologia abordado foi sistema nervoso, hormônios e ciclo menstrual, pois o sistema nervoso está ligado à produção de hormônios, e são os hormônios que regulam o ciclo menstrual. Na química, utilizou-se a interação do hormônio na célula com seu receptor para abordar equilíbrio químico, e ciclo menstrual para abordar os métodos contraceptivos como um gancho para Educação Sexual. Na Figura 1, pode-se visualizar como esses conteúdos se relacionam.

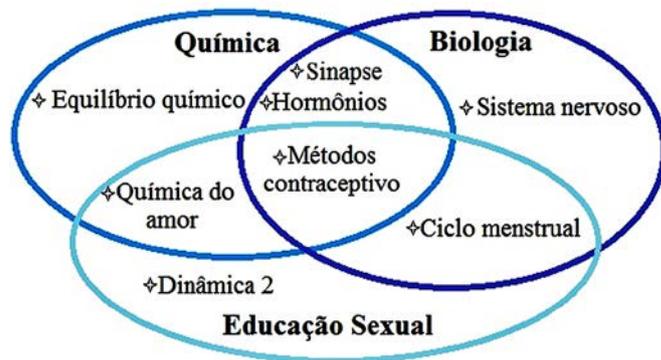


Figura 1: Interseção dos conteúdos didáticos

Os conteúdos de química e biologia estão inseridos no plano anual de trabalho docente do Colégio de Aplicação da Fundação Educacional de Macaé (CAP), para as turmas de 2º ano do Ensino Médio.

A coleta de dados se deu através da aplicação de dois questionários, um antes das aulas, Quadro 1, a fim de avaliar as concepções prévias dos alunos sobre a química, sobre sua contextualização, sobre transdisciplinaridade e Educação Sexual. Ao final das aulas, um segundo questionário, Quadro 2, foi aplicado para observar a mudança de percepção dos alunos a respeito dos tópicos já citados.

A fim de diversificar os recursos didáticos, foram mostrados vídeos sobre o ciclo menstrual, período fértil, a imagem do cérebro em três dimensões e uma animação da sinapse. (Castilho, 1999)

Com o objetivo de avaliar o que os alunos haviam aprendido, aplicou-se a dinâmica 1, que consistiu em fazer perguntas orais sobre os conteúdos dados e, se o aluno soubesse a resposta levantaria a mão e responderia; se a resposta estivesse correta, o aluno ganharia um chocolate.

Com o intuito de aprofundar o tema da Educação Sexual, aplicou-se a dinâmica 2 com a seguinte proposta: os alunos deveriam escrever em um papel uma pergunta que

Quadro 1: Primeiro questionário cedido aos alunos

Nome:		
1. Sexo:	()Feminino	()Masculino
		2. Idade:
3. Qual a sua disciplina favorita?		
4. Você gosta da disciplina de Química?	()sim	()não ()Mais ou menos
5. Você gosta das aulas de Química?	()sim	()não ()Mais ou menos
6. Qual a sua maior dificuldade na disciplina de Química?		
7. Você consegue ver no seu cotidiano os conteúdos de química que você aprende em sala de aula? Se sim, cite um exemplo.		
8. Você acha que existe uma conexão das aulas de química com outras disciplinas? Se sim, cite um exemplo.		
9. O que são métodos contraceptivos? Cite alguns.		
10. Alguma disciplina já trabalhou o tema educação sexual durante as aulas? Se sim, descreva.		
11. Você acha que é importante trabalhar o tema educação sexual durante as aulas?		
12. Qual a pessoa com quem você se sente à vontade de esclarecer suas dúvidas ou apenas discutir a respeito de sexualidade?		
13. Você se sentiria constrangido em debater sobre sexualidade durante as aulas? Acha que seria interessante?		

Nome:

1. O que você achou das aulas? O que você gostou ou não?
2. Você achou que esta abordagem sobre química, biologia e educação sexual ajudou na sua compreensão sobre elas?
3. Explique o que é equilíbrio químico.
4. O que é método contraceptivo? Cite alguns.
5. Você mudou sua perspectiva sobre química depois desta aula? Se sim, como?
6. Você gostaria de ter mais aulas como estas?

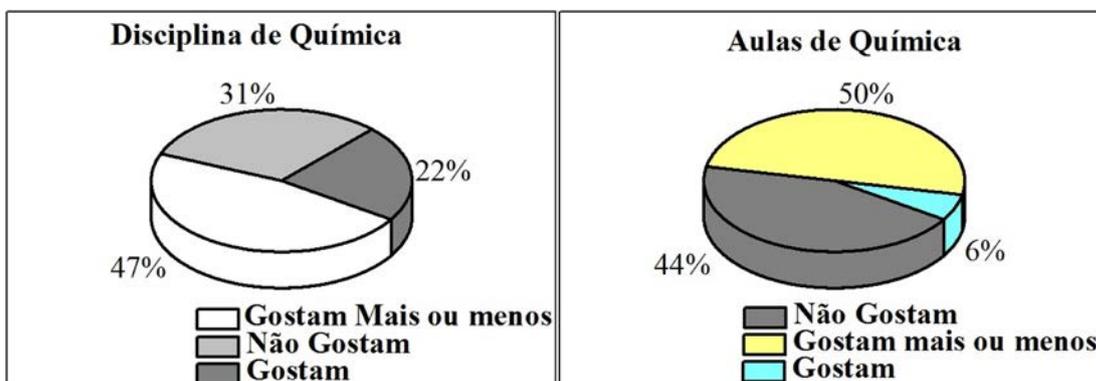


Figura 2: Gosto pelas aulas e pela disciplina de Química

gostariam de saber sobre sexualidade, mas tinham vergonha de perguntar a alguém. Porém, deveriam obedecer as seguintes regras: não era permitido colocar nomes e nem conteúdos ofensivos, pois, caso isso ocorresse, a pergunta não seria lida.

Ao final, um segundo questionário foi aplicado, com o objetivo de avaliar os conteúdos das aulas, a metodologia, o que eles entenderam sobre equilíbrio químico e se houve uma mudança na percepção dos alunos a respeito da química.

Resultados e Discussão

Com base nos resultados obtidos através dos questionários e, principalmente, na percepção do comportamento dos alunos durante as aulas, fez-se uma análise qualitativa dos resultados.

Antes de iniciar o conteúdo, foi aplicado um questionário com as perguntas que constam do Quadro 1. Este questionário ajudou a traçar o perfil da turma. Nas respostas dadas às primeiras perguntas sobre a disciplina, os alunos revelaram que têm problemas com a química, uma vez que um terço da turma disse não gostar da disciplina, quase a metade não gosta das aulas (figura 2) e, nenhum aluno a tem como disciplina favorita. Esses dados são semelhantes aos encontrados em outras pesquisas sobre educação em química (Ribeiro, 2003).

Nas duas perguntas seguintes, sobre contextualização e transdisciplinaridade, ficou evidente que esses elementos não se fazem presentes de forma extensiva no currículo

percebido pelos alunos, mas de forma pontual e pouco efetiva durante alguns momentos das aulas, não só de química como de outras disciplinas. Aulas contextualizadas e transdisciplinares são fatores também de extrema importância para uma formação plena, não só em química como também nos diversos ramos da ciência.

No bloco de perguntas a respeito da Educação Sexual, Figura 3, foram obtidos dados alarmantes, pois, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio, 11 alunos não souberam responder corretamente ou mesmo declararam desconhecer o que são métodos contraceptivos. Esse resultado deixa clara a necessidade de se trabalhar urgentemente esse tema, uma vez que, no ano seguinte, a maioria dos alunos estará fora do ambiente escolar.

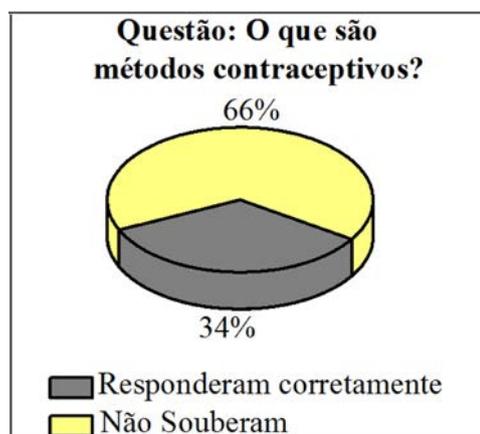


Figura 3: Resposta em porcentagem dada pelos alunos

Na questão sobre quais as disciplinas que já trabalharam o tema Educação Sexual em sala de aula, metade da turma apontou a biologia, na aula sobre órgãos sexuais, o que é visivelmente insuficiente em razão da complexidade do tema, como já discutido anteriormente. Esse ponto precisa ser observado com maior atenção, pois é coerente com a resposta anterior, na qual um terço da turma não soube responder o que são métodos contraceptivos. Afinal, alunos que estão no meio do Ensino Médio se recordarem de apenas uma aula sobre o tema Educação Sexual reforça a ideia, defendida aqui, de que tratar sobre o tema nas aulas de química também se faz necessário, uma vez que educadores não podem fechar os olhos para este problema social.

Como já era esperado, a maioria dos alunos (78%) se sentem à vontade para esclarecer suas dúvidas sobre sexualidade com amigos e familiares, porém houve alunos (22%) que alegaram não se sentirem à vontade para falar sobre o assunto com ninguém, e outros que disseram utilizar a internet para se informar. Para os que buscam informação não deixa de ser um ponto positivo, porém não devemos nos esquecer de que, apesar de a internet ser uma fonte quase infinita de informações, também possui muitos conteúdos errados e deturpados a respeito da sexualidade, e de quaisquer outros assuntos. Quanto aos alunos que não se sentem à vontade, eles reforçam a nossa necessidade de esclarecê-los. Essa insegurança é típica da idade, em que são muitas as dúvidas a respeito de si e do próprio corpo, que sofre muitas mudanças.

O ponto positivo foi que todos os alunos confirmaram a importância do tema, ainda que uma minoria se declarasse constrangida em abordá-lo e que não seria interessante discuti-lo em sala de aula.

Pode-se constatar que a dinâmica 1 foi uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem para a construção do conhecimento, no qual o aluno passou a ter papel atuante em todo o processo de forma “*sociointeracionista*”, como apontam Gomes e Mortimer (2008). Os resultados se mostraram satisfatórios, pois a maioria dos alunos soube responder às perguntas corretamente.

Em seguida, com a dinâmica 2, os alunos fizeram várias perguntas, sobre diferentes temas, tais como: funcionamento da pílula do dia seguinte, pílula anticoncepcional e suas consequências para o corpo da mulher, dúvidas a respeito da primeira vez, do órgão sexual masculino, entre outras. Nessa dinâmica, houve alunos que não quiseram fazer perguntas. Como também faz parte da Educação Sexual respeitar as diferenças, não se insistiu para que as fizessem, a fim não deixá-los constrangidos.

Por fim, com o objetivo de avaliar o resultado das aulas, foi aplicado um segundo questionário, com as perguntas que constam do Quadro 2.

Na pergunta de número um, todos os alunos declararam ter gostado muito, como nas seguintes respostas: “*Foi interessante juntar as disciplinas, da turma poder interagir com as professoras e esclarecimento de dúvidas*” Outra: “*Legais, pois utilizaram uma metodologia de fácil entendimento e eficaz*”.

Na segunda pergunta, a resposta foi unânime: todos afirmaram que sim. Destacamos algumas respostas: “*Sim, dúvidas que tinha há bastante tempo*”. “*Sim, um conteúdo completou o outro, apesar da disciplina ser diferente*”. “*Sim, principalmente química*”. Essas respostas evidenciaram que um dos objetivos desse trabalho foi alcançado.

A terceira pergunta foi um pouco mais complexa, e exigiu um pouco mais de atenção dos alunos: foi pedido para que se explicasse o que é equilíbrio químico. Como resultado, apenas 10 alunos conseguiram responder satisfatoriamente a pergunta. Porém, os demais, apesar de não terem respondido corretamente, demonstraram ter obtido um conhecimento superficial do conteúdo, provavelmente pelo fator tempo, pois as aulas foram em dias consecutivos e a parte de equilíbrio foi dada no último dia. Assim, os alunos não tiveram tempo para assimilar formalmente a definição complexa do conteúdo. Isso não significa que não aprenderam, pois um exemplo de resposta, dada pela maioria dos alunos (cerca de 60%) que não responderam satisfatoriamente, foi: “*Equilíbrio químico é quando a quantidade de reagente se iguala à quantidade de produto*”. Enquanto a resposta correta seria: Um sistema encontra-se em equilíbrio químico quando a velocidade de formação de reagentes se iguala à velocidade de formação de produtos.

Os alunos novamente foram questionados sobre o que são métodos contraceptivos, tendo havido uma melhora no resultado. Dos 11 alunos que responderam anteriormente de forma incorreta ou não souberam responder, nesta segunda vez apenas quatro não definiram e apresentaram somente os exemplos corretos, obtendo uma melhora - ainda que não seja a ideal.

Na pergunta: “*Você mudou sua perspectiva sobre química depois desta aula? Se sim, como?*” Catorze alunos responderam que não, três disseram que mais ou menos e o restante disse que sim, como mostra a figura 4. Destacamos algumas respostas: “*Sim. Comecei a pensar estas coisas ensinadas na química na minha vida*.” “*Sim, mas só para aulas como essas: mais interativas. Depois dessa aula química parece até legal*.” “*Porque nem tudo é tão complicado quanto parece ser, como alguns conceitos e reações que acontecem no corpo sem termos noção*”. “*Sim, pois a aula dinâmica possibilitou melhor entendimento*”. “*Perdi um pouco o*



Figura 4: Mudança de perspectiva sobre a disciplina.

preconceito contra a matéria, porque química antes eu via como um monstro (as contas), mas as explicações foram claras”.

Na última pergunta, se eles gostariam de ter mais aulas como estas, apenas um aluno disse não, mesmo tendo afirmado na primeira pergunta que gostou das aulas; os demais disseram que sim. Em seguida, abaixo das questões havia um espaço para comentários, em que alguns colocaram comentários pertinentes, como: “Poderia ocorrer mais aulas desse jeito, de uma forma interessante e que os alunos entendessem melhor o assunto.”, “Gostei da aula, foi interativa e ensinou muito bem gostaria de ter mais aulas desse tipo.”, “Mais aulas desse tipo foram estimulantes, pois foram bem explicadas e inovadoras, tirando a monotonia do cotidiano e o chato das aulas de química.”, “As aulas foram bastante interativas e os conteúdos foram aplicados de uma forma que todos conseguiram entender e participar. Seria melhor se tivessem mais aulas desse tipo”.

Considerações finais

A abordagem do tema Educação Sexual em aulas conjuntas de Química e Biologia mostrou-se positiva, proporcionando aos alunos um ensino contextualizado, transdisciplinar e crítico. Dessa forma, os alunos viram uma Química mais próxima de suas realidades, propiciando a mudança da perspectiva negativa de alguns em relação à disciplina.

A contextualização do ensino de Química através do tema Educação Sexual contribuiu para a melhoria do entendimento dos alunos a respeito dos temas abordados, como equilíbrio químico, sistema nervoso, ciclo menstrual e métodos contraceptivos. Através da transdisciplinaridade

foi possível mostrar aos alunos como o saber está conectado nas diversas áreas, e assim, facilitar o processo de cognição para um consistente aprendizado.

Sabe-se que trabalhar os conteúdos de química de forma transdisciplinar não depende apenas do professor de química, mas também de um trabalho em conjunto com outros professores, o que requer um maior planejamento das aulas. Isto não significa maior demora na aplicação dos conteúdos, pois um professor pode contribuir com o outro durante a explicação. Portanto, o intuito é simplificar tanto o aprendizado do aluno como o trabalho do professor, mostrando que a transdisciplinaridade pode estar mais próxima de ambos.

Por fim, a soma desses elementos, de acordo com a nossa percepção, foi uma proposta de sucesso que atingiu seus objetivos, levando os alunos a enxergarem a química de uma forma mais simples e cotidiana.

Apesar de ser um tema de relativa importância e complexidade, dando margem a diversas formas de abordagens, durante o levantamento bibliográfico não foram encontrados outros trabalhos que abordassem a química de forma transdisciplinar. Sobre o tema ES foram encontrados poucos trabalhos, sendo a maioria com mais de 20 anos de publicação.

Rachel de Moraes Ferreira (rachelmoraes@hotmail.com.br), mestrado em andamento em Ciências Ambientais e Conservação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, graduação em Licenciatura em Química pela UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro – BR. **Emiliana Galote de Oliveira Zogbi da Silva** (emilianagalote@gmail.com), graduação em andamento em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ – BR. **Danielle Marques Araujo Stapelfeldt** (daniara2@yahoo.com.br), professora adjunta da Universidade Federal do Rio de Janeiro Campus Macaé, doutorado em Química Analítica pela Universidade Federal de Minas Gerais, Macaé, RJ – BR.

Referências

ALTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L. e LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. *Química nova esc* v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.

BARROS, S. C.; RIBEIRO, P. R. C. Educação para a sexualidade: uma questão transversal ou disciplinar no currículo escolar? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 1, p. 164-187, 2012.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Secretaria de Educação Fundamental Brasília: MEC/SEF, 1998.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CASTILHO L. D.; SILVEIRA K. P. e MACHADO A. H. As aulas de Química como espaço de investigação e reflexão. *Química nova esc* v. 9, p. 14-17, 1999.

COSTA, A. A. F. e SOUZA, J. R. T. Obstáculos no processo de ensino e de aprendizagem de cálculo estequiométrico. *Amazônia: Rev Edu em Ciências e Matemáticas*, v. 10, n. 19, 2013.

FIGUEIRÓ, M. N. D. A produção teórica no Brasil sobre educação sexual. *Cad Pesquisa*, n. 98, p. 50-63, 2013.

LIMA, J. F. L. et al. A contextualização no ensino de cinética química. *Química nova esc* v. 11, n. 11 p. 26-29, 2000.

GAMA S.G.N., SZWARCOWALD, C.L., LEAL, M.C. e THEME FILHA, M.M. Gravidez na adolescência como fator de risco para baixo peso ao nascer no município do Rio de Janeiro: 1996 a 1998. *Rev Saúde Pública*, v35, n.1, p. 74-80, 2001.

GAMA, S. G. N. et al. Fatores associados à assistência pré-natal precária em uma amostra de puérperas adolescentes em maternidades do Município do Rio de Janeiro, 1999-2000. *Cad. Saúde Pública*, v. 20, n. 1, p. 101-11, 2004.

GOMES, M. F. C.; MORTIMER, E. F. Histórias sociais e singulares de inclusão/exclusão na aula de química. *Cad. de Pesquisa*, v. 38, n. 3, p. 237-266, 2008.

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

LIRA, A. JOFILI, Z. O Tema Transversal Orientação Sexual nos PCN e a Atitude dos Professores: Convergentes ou Divergentes? *REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente*, v.3 n. 1, p. 22-41, 2010.

LOURO, G. L. Gênero e sexualidade: pedagogias contemporâneas. *Pro-Posições*, 19, v. 2, n. 56, p. 17-23, 2008.

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORTIMER, E. F. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. *Química nova*, v. 20, n. 2, p. 200-207, 1997.

OLIVEIRA, R. C. Adolescência, gravidez e maternidade: percepção de si e a relação com o trabalho. *Revista Saúde e Sociedade*. v.17, n.4, p.93-102, 2008.

RIBEIRO, R. A.; FONSECA, F. S. A. e SILVA S. N. Aula Prática como Motivação para Estudar Química e o Perfil de Estudantes do 3º Ano do Ensino Médio em Escolas Públicas e Particulares de Montes Claros/MG; *Unimontes Científica*. Montes Claros, v.5, n.2, p. 155-160, 2003.

ROQUE, N. F. e SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o

ensino da química orgânica *Química Nova*, v.31, n.4, p.921-923, 2008.

SANTOS, W. L. P. e PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como **área** estratégica para o desenvolvimento da química, *Química Nova*, v. 36, n. 10, p. 1570-1576, 2013.

SAVIANI, D. Educação do senso comum à consciência filosófica. Autores Associados, 2007.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. *Química nova esc.* v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010.

SILVA, F. A. e ALMEIDA, F. V. H. e Outros. Gravidez na adolescência e abandono escolar: Conscientização de alunos de Ensino Fundamental e Médio de João Pessoa –PB. XII Encontro de Extensão UFPB/PRAC. Dezembro de 2010

Abstract: *Contextualizing chemistry and sexual education in a transdisciplinary way in biology classes.* This work addresses the theme sexual education in chemistry and biology classes in order to promote a contextualized and interdisciplinary teaching. The classes were developed with students of 2nd year of high school. A set of four lessons of chemistry and biology of the nervous system and chemical equilibria was prepared, and along with these was addressed menstrual cycle and contraception. In order to assess the change in the students' perspective on chemistry and the outcome of the proposed classes two questionnaires were applied: one before and the other at the end of the classes. Results showed that it is possible to approximate the abovementioned chemical issues of the reality of the students.

Keywords: sexual education, contextualization and transdisciplinarity

Análise das estratégias de ensino utilizadas para o ensino da Tabela Periódica

Luiz Henrique Ferreira, Katia Celina Santos Correa e Jocely de Lucena Dutra

A Tabela Periódica é um importante instrumento de trabalho para os químicos e sua construção representa um marco na história da ciência. A compreensão da Tabela Periódica torna-se necessária para aprendizagens da ciência Química, já que a aprendizagem de diversos outros conceitos depende do conhecimento das propriedades periódicas. Tem-se relatado em pesquisas as dificuldades enfrentadas no ensino dos temas Tabela Periódica e periodicidade. O presente artigo exibe uma análise das diversas estratégias relatadas em trabalhos de âmbito nacional que tinham por objetivo o ensino da Tabela Periódica de forma diferenciada da habitualmente realizada em sala de aula. Os resultados apontam que a utilização de atividades lúdicas, utilização de computador e da História da Química são as estratégias mais utilizadas, apesar das dificuldades de implementá-las em ambiente escolar.

► Tabela Periódica; estratégias de ensino; ensino/aprendizagem ◀

Recebido em 27/11/2014, aceito em 15/08/2015

A Tabela Periódica (TP) é um excelente guia de consulta tanto para estudantes quanto para cientistas, pois ela é de suma importância para a compreensão de vários conceitos químicos. Em 1869, Dmitri Mendeleev, professor universitário na Rússia, fez uma importante descoberta, realizada por meio de um extensivo trabalho, com o qual registrou as propriedades de cada um dos 63 elementos até então conhecidos na época, com base em suas propriedades físicas e químicas (Lemes; Pino Junior, 2008; Scerri, 2006). Possivelmente, o maior triunfo da TP foi permitir a previsão da existência e propriedades de elementos até então desconhecidos (Flôr, 2009). Por exemplo, Mendeleev não apenas postulou a existência do elemento eka-silício, hoje conhecido como germânio, mas também previu suas propriedades e reações com cloro e oxigênio com considerável precisão (Lemes; Pino Junior, 2008).

Outros cientistas aprimoraram as descobertas de Mendeleev e esse aprimoramento conduziu à atual TP ou classificação periódica dos elementos químicos.

Com a Tabela Periódica, a química chegou à maioria. Como os axiomas da geometria, da física newtoniana e da biologia darwiniana, a química tinha agora uma ideia central sobre a qual todo um novo corpo de ciência podia ser construído. Mendeleev classificara os tijolos do universo. (Strathern, 2002, p. 251)

A TP foi um modo encontrado para classificar os elementos químicos de acordo com suas propriedades periódicas e é uma das maiores e mais valiosas generalizações científicas. Essa organização pode ser usada como guia de pesquisas e também como importante instrumento didático (Tolentino *et al.*, 1997).

Os elementos químicos e seus compostos podem ser estudados através da periodicidade de propriedades como a reatividade química e a densidade em função das massas atômicas. Nessa perspectiva, a tabela periódica poderia ser discutida de modo significativo. A sua reconstrução histórica com base nas propriedades macroscópicas, tal como foi feita por Mendeleev, por exemplo, pode ser uma oportunidade para ampliar esse conhecimento. (Brasil, 2002)

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.

Segundo Trassi *et al.* (2001) o estudo da TP praticado em um grande número de escolas está muito distante do que se propõe, pois o ensino atual privilegia aspectos teóricos de forma muito complexa. Em geral, os professores encontram dificuldades em ensinar a TP a seus alunos e estratégias de ensino são desenvolvidas para a construção do aprendizado. Nestes casos, as estratégias têm por objetivo alcançar melhores resultados do que aqueles obtidos com a abordagem tradicional no ensino da TP, que frequentemente apela para técnicas de memorização sobre a variação de propriedades periódicas, como a densidade, raio atômico, eletronegatividade, etc. O fracasso desta forma de abordagem nem sempre é reconhecido por professores que, atuando como detentores do conhecimento, relatam a falta de interesse dos alunos sobre um importante feito histórico e que representa uma grande realização da humanidade. Sobre esta forma de ensino, Mizukami afirma que:

O ensino, em todas as suas formas, nessa abordagem, será centrado no professor. Este tipo de ensino volta-se para o que é externo ao aluno: o programa, as disciplinas, o professor. O aluno executa prescrições que lhe são fixadas por autoridades exteriores. Mizukami (1986, p.8).

Mizukami (1986) também afirma que esta abordagem é marcada pela verticalização na relação professor-aluno e que as aulas são, predominantemente, expositivas. Já a adoção de estratégias inovadoras, mesmo na abordagem tradicional, representa um importante avanço por diferenciar professores preocupados com a aprendizagem de seus alunos daqueles que ainda permanecem na zona de conforto proporcionada por práticas consolidadas.

Para Beluce e Oliveira (2012), que apresentam uma interessante revisão sobre o uso de estratégias de ensino e de aprendizagem em ambientes virtuais, a etimologia da palavra estratégia indica que sua origem é grega, *strategia*, e que inicialmente tinha o significado de “*a arte geral*”. Já segundo Petrucci e Batiston (2006, p. 263, *apud* Mazzioni, 2013), esta palavra esteve, historicamente, vinculada à arte militar, no planejamento das ações executadas nas guerras, e, atualmente, é largamente utilizada no ambiente empresarial, e ainda observam que:

[...] a palavra ‘estratégia’ possui estreita ligação com o ensino. Ensinar requer arte por parte do docente, que precisa envolver o aluno e fazer com que ele se encante com o saber. O professor precisa promover a curiosidade, a segurança e a criatividade para que o principal objetivo educacional, a aprendizagem do aluno, seja alcançada. (Petrucci e Batiston, 2006, p. 263, *apud* Mazzioni, 2013.)

O uso de estratégias alternativas no ensino de Química ainda é pouco frequente e, provavelmente, isto se deve à falta de clareza em relação aos objetivos pedagógicos que se pretende alcançar com o ensino de conteúdos. Excepcionalmente, são identificados conteúdos que merecem um tratamento diferenciado, como ocorre com a TP. Por outro lado, compreender como o aluno aprende é também fundamental para a definição da estratégia a ser adotada, conforme defende Mazzioni (2013):

O uso de formas e procedimentos de ensino deve considerar que o modo pelo qual o aluno aprende não é um ato isolado, escolhido ao acaso, sem análise dos conteúdos trabalhados, sem considerar as habilidades necessárias para a execução e dos objetivos a serem alcançados. (Mazzioni, 2013.)

Consideramos aqui como estratégias quaisquer meios que o professor utiliza para facilitar o processo de aprendizagem de seus alunos, independentemente da abordagem do processo de ensino, conforme proposto por Mizukami (1986).

Atualmente, vêm se desenvolvendo várias estratégias motivadoras e acessíveis de ensino da TP (Godoi *et al.*, 2010). As

modalidades didáticas utilizadas são inúmeras e têm como função proporcionar aulas mais interessantes, com o objetivo de facilitar a compreensão do conteúdo, estimular a curiosidade e promover a interação entre alunos.

Uma das ferramentas utilizadas são jogos didáticos, que podem ser considerados educativos se desenvolverem habilidades cognitivas importantes, tais como

resolução de problemas, percepção, criatividade e raciocínio rápido, dentre outras. Um jogo é denominado de jogo didático quando é elaborado com o objetivo de atingir conteúdos específicos. No entanto, se ele não possui objetivos pedagógicos claros e sim ênfase ao entretenimento, então os caracterizamos de entretenimento (Godoi *et al.*, 2010).

Um ramo que vem sendo discutido há décadas é a utilização da História da Ciência (HC), ainda pouco inserida nos currículos dos cursos de ciências (Silva; Pimentel, 2008 *apud* Picolli, 2011). O desenvolvimento da TP nos remete a uma abordagem histórica, acompanhada de movimentos políticos, sociais e econômicos e, nesse contexto, a HC é considerada outra importante ferramenta pedagógica, utilizada por professores para ensinar a TP. Esta forma de trabalhar poderia aumentar a compreensão sobre o “funcionamento” da TP, bem como sobre a própria história dos elementos (Flôr, 2009).

Apesar de ser uma estratégia interessante, a HC nos livros didáticos, tendo como contexto a TP e seu desenvolvimento, é tida como algo linear sem a evolução do desenvolvimento histórico científico, sendo que o trabalho de alguns cientistas

O uso de estratégias alternativas no ensino de Química ainda é pouco frequente e, provavelmente, isto se deve à falta de clareza em relação aos objetivos pedagógicos que se pretende alcançar com o ensino de conteúdos. Excepcionalmente, são identificados conteúdos que merecem um tratamento diferenciado, como ocorre com a TP.

é apenas relatado como fato histórico e a atenção é amplamente voltada para Dmitri Mendeleev.

Contudo, os livros didáticos (LDs) ainda são um instrumento de aprendizagem muito utilizado em sala de aula, na qual este pode ser apenas um material de consulta para guiar tanto professores como alunos, ou pode ser também o único recurso de aprendizagem. A utilidade que os LDs representam para o conhecimento é de grande relevância, pois ainda há grande preocupação por parte dos professores com o conteúdo curricular. Diante desta preocupação, é importante que as obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático (Brasil, 2012) sejam capazes de apresentar a construção da TP de forma contextualizada, auxiliando os alunos a compreenderem que a construção da TP é fruto do trabalho de vários cientistas anteriores a Mendeleev. Segundo Piccoli (2011), atribuir sentido à aprendizagem de alguns conceitos pode motivar os alunos, e uma das alternativas para atribuir sentido é desafiar os alunos a se transportarem no tempo, através da história. Assim, é possível identificar o que, para a época, eram as necessidades, os questionamentos e raciocínios que os cientistas desenvolviam, bem como os diálogos com seus contemporâneos. Enfatizando esse contexto, Piccoli (2011) ressalta que, quando o aluno conhece alguns dos métodos que levaram ao desenvolvimento de um determinado conceito, as modificações que ele sofreu e os cientistas que tentaram defini-lo, é possível compreender melhor o conhecimento dos dias atuais.

Os professores já utilizam *softwares* e *sites* especializados para ensinar a TP, proporcionando alternativas mais “atraentes” aos alunos, por aproximar a educação da tecnologia. Para Trassi (2001), ensinar corretamente como a TP foi construída significa ensinar como o homem pensa em termos de ciência para que, por meio das informações recebidas, o aluno possa chegar à compreensão unilateral da realidade e do papel da Química, não adquirindo tais informações passivamente. Esse autor também destaca que o computador pode ter um papel muito importante como material de apoio, levando o aluno a se envolver com o conteúdo, levantar hipóteses e chegar às suas próprias conclusões. Assim, o computador pode ser aliado se utilizado com disciplina, já que a internet pode levar os alunos a um desvio do foco central para outros atrativos que a *web* oferece.

Diante das disponibilidades dos diferentes meios desenvolvidos para o ensino da TP, o presente artigo tem por objetivo fornecer informações sobre trabalhos publicados na literatura nacional como forma de subsidiar a escolha de estratégias que possam levar a progressos no ensino da TP. Como inspiração para a realização do levantamento sobre as diferentes estratégias para o ensino sobre e da TP, consideramos a proximidade das comemorações dos 150 anos da tabela, que ainda hoje representa um marco histórico importante no desenvolvimento da Ciência Química.

Metodologia

Como procedimento metodológico, foi realizado um

levantamento de artigos científicos, periódicos, anais de congressos, teses e dissertações acerca do assunto TP. A análise do material foi feita por meio da pesquisa qualitativa, que tem como princípio o exame de materiais que ainda não receberam tratamento analítico ou que podem ser reexaminados com vista a uma interpretação nova ou complementar (Neves, 1996).

A coleta desses materiais foi realizada em plataformas de dados *online*, como o Portal de Periódicos CAPES, *Web of Science*, Google e Google Acadêmico. A pesquisa do material envolveu a utilização das palavras chaves “Tabela Periódica”, “metodologia de ensino de Tabela Periódica”, “ensino/aprendizagem de propriedades periódicas” e “propriedades periódicas”. A partir dos dados obtidos analisamos, de forma qualitativa, os diferentes relatos e as conclusões tiradas pelos próprios autores, os quais apresentam suas interpretações a respeito da eficácia da estratégia empregada, considerando as vantagens e desvantagens de cada uma das propostas.

A análise dos livros didáticos, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (Brasil, 2012), foi realizada nos capítulos referentes à TP e à periodicidade, com a finalidade de verificar se os mesmos contribuem com o trabalho do professor no desenvolvimento de estratégias, por meio dos seguintes quesitos: história da TP; exercícios; experimentação e indicação de consultas na internet.

Acrescentamos ainda interessantes trabalhos, encontrados na pesquisa eletrônica realizada sobre a Tabela Periódica, envolvendo aspectos históricos e filosóficos e a utilização de *softwares*, entre outros, que podem auxiliar professores interessados no desenvolvimento e aplicação de estratégias de ensino para este tema.

Resultados e discussão

Foi possível encontrar 43 trabalhos, abrangendo resumos e trabalhos completos em anais de congressos, artigos de periódicos, dissertações, teses, entre outros. Dentre os 43 trabalhos encontrados, 29 apresentam estratégias para o ensino da TP. Na Tabela 1 encontram-se os trabalhos enumerados e distribuídos em categorias para melhor discussão.

Utiliza-se muito dos jogos didáticos como estratégia de ensino, pois eles despertam o interesse dos alunos pelo conteúdo e estimulam o raciocínio lógico (Romero *et al.*, 2007; Zanon; Guerreiro; Oliveira, 2008). Mas, se os mesmos forem trabalhados de forma a valorizar mais o aspecto lúdico do que os objetivos pedagógicos, a atividade pode não resultar em aprendizagem, como afirma Kishimoto (1998, p. 19), “o desequilíbrio entre estas funções provoca duas situações: não há mais ensino, há apenas jogo, quando a função lúdica predomina ou, o contrário, quando a função educativa elimina todo hedonismo, resta apenas o ensino”.

Na categoria de jogos didáticos foram analisados 14 trabalhos (1 ao 14 Tabela 1). No trabalho 1 (Godoi *et al.*, 2010) foi desenvolvido e aplicado o jogo Super Trunfo para alunos dos ensinos fundamental e médio. O jogo é similar ao

Tabela 1: Enumeração, títulos dos trabalhos encontrados nesta pesquisa e categorias.

Categorias	Título
Jogos didáticos	1. GODOI, T. A. F. <i>et al.</i> Tabela periódica: um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. <i>Química Nova na Escola</i> , v. 32, n. 1, p. 22-25, 2010.
	2. ALEXANDRINO, D. M.; ANDRADE, R. F. O jogo do trunfo: o lúdico como estratégia de aprendizagem da tabela periódica. In: Congresso Nacional de Educação EDUCERE, 11, 2013, Curitiba. <i>Anais...</i> Curitiba: EDUCERE, 2013. Disponível em: < http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/7321_5129.pdf >. Acesso em: abr. 2015.
	3. LEMOS, R.; CORRÊA, P. A utilização do lúdico no ensino da tabela periódica com foco na modalidade EJA em uma escola pública de Macapá-AP. In: Congresso Brasileiro de Química, 53., 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3676-17230.html >. Acesso em: abr. 2015.
	4. MONTEIRO, C. V. O. <i>et al.</i> "Twister da Química" uma atividade lúdica desenvolvida pelo PIBID, para o aprendizado de tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3470-5096.html >. Acesso em: abr. 2015.
	5. SOUSA, K. A. P. <i>et al.</i> Químuno: um jogo de cartas como método alternativo no ensino da Tabela Periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53., 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3676-17230.html >. Acesso em: abr. 2015.
	6. PEREIRA, A. T. B. <i>et al.</i> Método alternativo de ensino da tabela periódica para alunos do nono ano do ensino fundamental. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3475-17326.html >. Acesso em: abr. 2015.
	7. FONSECA, M. E. C. <i>et al.</i> Jogo de adivinhação envolvendo elementos da tabela periódica: interatividade e motivação nas aulas de química. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3126-16856.html >. Acesso em: abr. 2015.
	8. ALBUQUERQUE, T. R. <i>et al.</i> Dardo químico: acerte se puder uma estratégia para se trabalhar o conteúdo de tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3319-17251.html >. Acesso em: abr. 2015.
	9. BARROS, P. C. S. <i>et al.</i> Tabela periódica semimóvel: uma forma lúdica de ensinar e aprender química. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012b. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/1371-13009.html >. Acesso em: abr. 2015.
	10. DINIZ JÚNIOR, A. I.; SANTANA, A. L. B. D.; SILVA, J. R. R. T. Proposta de jogo didático para o ensino de ligações químicas e tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/878-14146.html >. Acesso em: abr. 2015.
	11. ANDRADE, L. V. <i>et al.</i> Percepções de alunos e professores sobre proposta lúdica de ensino: o bingo da tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/603-14147.html >. Acesso em: abr. 2015.
	12. MORAES, A. <i>et al.</i> O lúdico no ensino da tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/613-13868.html >. Acesso em: abr. 2015.
	13. MEDEIROS, D. <i>et al.</i> Ludo Químico: uma alternativa didática para o ensino da Tabela Periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012b. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/971-14424.html >. Acesso em: abr. 2015.
	14. OLIVEIRA, L. B. F. M.; LINS, C. R.; ALMEIDA, H. C. R. Aplicação do jogo perfil periódico como recurso pedagógico: explorando a tabela periódica e suas propriedades. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 62, 2010, Natal. <i>Anais...</i> Natal: SBPC, 2010. Disponível em: < http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/3166.htm >. Acesso em: abr. 2015.
Educação especial	15. SANTOS, R. C.; BRONDANI, F. M. M. O ensino da tabela periódica como objeto de inclusão de surdos na disciplina de química. In: Congresso Brasileiro de Química, 51, 2011, São Luis. <i>Anais...</i> São Luis: 2011. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/6/6-585-11521.htm >. Acesso em: abr. 2015.
	16. BARROS, P. C. S. <i>et al.</i> Construindo caminhos alternativos para a inclusão: o ensino da tabela periódica e suas propriedades a pessoas com cegueira total. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012a. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/591-13385.html >. Acesso em: abr. 2015.
	17. OLIVEIRA, D. F. L. <i>et al.</i> O ensino de química para deficientes visuais através da confecção da Tabela Periódica em braille e em alto relevo. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/774-8605.html >. Acesso em: abr. 2015.

Tabela 1: Enumeração, títulos dos trabalhos encontrados nesta pesquisa e categorias. (cont.)

Categorias	Título
História da TP	18. LUCA, A. G.; VIEIRA, J. A colher que desaparece: uma abordagem histórica da tabela periódica. In: Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química, 33, 2013, Ijuí. <i>Anais...</i> Ijuí: UNIJUÍ, 2013. Disponível em: < https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2592/2171 >. Acesso em: abr. 2015.
	19. PICCOLI, F. A história da Química pode ajudar os alunos a atribuir sentido para a tabela periódica? 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
	20. MEHLECKE, C. M. <i>Um estudo do contexto histórico das contribuições de Mendeleev para a construção da tabela periódica em livros didáticos de química para o ensino médio e inserção deste contexto em sala de aula</i> . 2010. 130 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: < http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27042/000762472.pdf?sequence=1 >. Acesso em: abr. 2015.
TIC	21. TRASSI, R. C. M. <i>et al.</i> Tabela Periódica interativa: “Um estímulo à compreensão”. <i>Acta Scientiarum</i> , Maringá, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001. Disponível em: < http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/2757/1824 >. Acesso em: abr. 2015.
	22. SILVA, D. <i>et al.</i> Uma proposta diferenciada para o ensino de Tabela Periódica. In: Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química, 33, 2013, Ijuí. <i>Anais...</i> Ijuí: UNIJUÍ, 2013. Disponível em: < https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2592/2171 >. Acesso em: abr. 2015.
	23. FELIPE, E. F. Utilização de softwares educacionais livres obtidos na internet no ensino da Tabela Periódica para o ensino. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 62, 2010, Natal. <i>Anais...</i> Natal: SBPC, 2010. Disponível em: < http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/1234.htm >. Acesso em: abr. 2015.
Outros	24. MEDEIROS, E. S. <i>et al.</i> Tabela Periódica: uma aula diferenciada. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14, 2008, Paraná. <i>Anais...</i> Paraná: UFP, 2008. Disponível em: < http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0815-2.pdf >. Acesso em: abr. 2015.
	25. SANTOS, E. P. <i>et al.</i> Linguagem dos químicos: análise das dificuldades e conhecimentos dos alunos sobre a tabela periódica e notações químicas. In: Congresso Brasileiro de Química, 52, 2012, Recife. <i>Anais...</i> Recife: ABQ, 2012. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/1591-14770.html >. Acesso em: abr. 2015.
	26. SILVA, J. T.; SÁ, R. A. Um estudo sobre a tabela periódica: como os estudantes do ensino médio compreendem suas propriedades? In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/2683-10251.html >. Acesso em: abr. 2015.
	27. BATALHA, F. <i>et al.</i> Perfil dos alunos do EJA da Escola Estadual Prof. Antônio Gondim Lins e sua relação com o conhecimento sobre a Tabela Periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/2970-1092.html >. Acesso em: abr. 2015.
	28. SILVA, L. K. R. <i>et al.</i> O desvendar da jóia química: uma peça teatral para uma melhor compreensão do assunto de tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/2614-15655.html >. Acesso em: abr. 2015.
29. LOPES, D. S. <i>et al.</i> Interdisciplinaridade na construção de uma tabela periódica. In: Congresso Brasileiro de Química, 53, 2013, Rio de Janeiro. <i>Anais...</i> Rio de Janeiro: ABQ, 2013. Disponível em: < http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/2995-16151.html >. Acesso em: abr. 2015.	

Fonte: Elaborado pelos autores

Super Trunfo comercial, porém são elementos que estão em cada carta e são as propriedades periódicas os parâmetros para comparação com o adversário. Os autores defendem que o jogo foi utilizado para aprendizagem e fixação do conhecimento, já que foi apresentado aos alunos após uma introdução ao assunto.

O trabalho 2 (Alexandrino; Andrade, 2013) também propõe um jogo do trunfo com alunos do 1º ano regular do Ensino Médio (EM). Cada aluno pesquisou sobre dois elementos e confeccionou uma carta, conforme modelo fornecido. Foi possível observar que o papel do professor foi importante para o direcionamento dos alunos, e que

para jogar foi necessário conhecimento prévio sobre a TP, já que os mesmos tiveram oito horas de aula do conteúdo de TP antes de jogar. No final, foi feita uma avaliação pelos alunos que, segundo os autores, se mostram motivados com esta estratégia.

No trabalho 3 (Lemos; Corrêa, 2013) foi utilizado o aspecto lúdico em vários jogos sobre a TP com alunos do EM da modalidade EJA. O objetivo era analisar se a componente lúdica facilita a compreensão dos conceitos. Os alunos foram divididos em dois grupos, sendo que em um utilizou-se aulas expositivas e dialogadas, e no outro grupo, além dessas aulas, utilizou-se quatro jogos. Foi feita uma avaliação antes

das atividades e outra depois. Após a segunda avaliação, foi observado que os alunos aos quais foram aplicados os jogos tiveram melhor desempenho do que os outros. Outro fator relatado pelos autores que aplicaram os jogos é o entusiasmo dos alunos, o que foi evidenciado por meio das seguintes falas: “de forma divertida, prazerosa e agradável”, “para diversificar e dinamizar as aulas de ciências” e “descontraída e dinâmica atividade”.

Pelo relato dos autores dos demais trabalhos desta categoria, é possível constatar que a estratégia está de acordo com o que Godoi *et al.* (2010) relatam em sua pesquisa: que o jogo educativo deve ter suas funções bem definidas, devendo proporcionar a função lúdica, que está ligada à diversão, ao prazer e ao desprazer, e também a função educativa, que tem por objetivo a ampliação dos conhecimentos. Em vários dos trabalhos os autores afirmam que o jogo educativo contribui para o estreitamento da relação aluno-professor, proporcionando um aprendizado significativo para o aluno.

Na categoria educação especial foram encontrados três trabalhos (15 ao 17 da Tabela 1) (Santos; Brondani, 2011; Barros *et al.*, 2012a; Oliveira *et al.*, 2012), os quais buscam no lúdico uma opção para a inclusão de portadores de deficiências. Segundo Barbosa (2003), os professores devem buscar os recursos mais adequados para trabalhar com alunos portadores de deficiência visual, e esta é uma tarefa que exige enxergar além da deficiência e considerar as peculiaridades da aprendizagem de todos os alunos, deficientes ou não. No trabalho 15 (Santos; Brondani, 2011), foi confeccionado um jogo da memória para alunos com deficiência auditiva, e nas cartas eram apresentados, em alto relevo, o símbolo do elemento químico e seu número atômico. As conclusões do artigo não permitem saber com clareza como os alunos foram beneficiados, já que não são apresentados indícios de aprendizagem.

Os trabalhos 16 e 17 (Barros *et al.*, 2012a; Oliveira *et al.*, 2012) também propõem a confecção de TP em alto relevo, como forma de proporcionar a inclusão de alunos com deficiência. No primeiro, foram colocados os símbolos dos elementos em braille, e no outro foram feitas três TPs em papel, com as setas em alto relevo, demonstrando as tendências de crescimento do raio atômico, potencial de ionização e eletroafinidade/eletronegatividade.

Partindo do fato de que geralmente os LDs trazem a história da construção da TP como algo já pronto, sem contextualização histórica e apontando Mendeleev como o único autor da TP, alguns pesquisadores buscaram alternativas para complementar os livros. A estratégia adotada foi trabalhada com alunos do 1º e 3º anos do Ensino Médio, tendo como objetivo principal ensinar como se deu a evolução da TP e

levando em consideração os fatos históricos, sociais, políticos, filosóficos e econômicos da época.

Nessa categoria três trabalhos se destacaram. A metodologia utilizada no trabalho 18 (Luca; Vieira, 2013) consistiu na separação dos alunos em grupos de dois ou três componentes, formando um total de 20 grupos, e para cada grupo foi dado o livro: *A colher que desaparece: e outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos*. A leitura se deu em sala de aula, e depois foram feitas pesquisas extraclasse e produzidos resumos para serem utilizados na confecção de slides para um seminário realizado nas aulas de Química e de Biologia, para que os alunos pudessem visualizar e entender todo o enredo apresentado no livro. Posteriormente, houve discussão de aspectos instigantes e a elaboração de um pequeno texto para explicitar as considerações e compreensão sobre a TP e os elementos químicos evidenciados por eles no seminário. Foi possível observar, nessa proposta, a preocupação dos pesquisadores em mostrar que é possível aprender Química de forma contextualizada e interdisciplinar, evidenciada pela conclusão de um aluno relatada no artigo: “Assim como todas as invenções mais notáveis na humanidade, a Tabela Periódica não foi uma ideia isolada, mas um conjunto de conhecimento

científico construído e assimilado a fim de explicar o funcionamento da matéria” (Luca; Vieira, 2013). Os autores afirmam ter havido um aprendizado significativo para esse aluno. No entanto, há de se acrescentar que apenas três alunos declararam ter aprendido.

Outro trabalho interessante desta categoria é o 19 (Piccoli, 2011), que tem a proposta de averiguar a contribuição da História da Química para a aprendizagem da TP. Nesse trabalho se conside-

ra que o aluno poderia dar significado para a TP por meio de sua construção, a partir de estudos dos elementos e, conseqüentemente, envolvendo a História da Química. A estratégia utilizada contou com o emprego de artigos científicos que traziam como objeto de estudo os elementos químicos e a História da Química e da TP. O trabalho consistiu em duas etapas: na primeira, os alunos obtinham conhecimento sobre elementos químicos, suas histórias e seu uso, e no segundo momento assistiam a uma aula que tratava da TP, Mendeleev e da atual classificação da TP. A avaliação se deu por prova e seminários apresentados pelos alunos. O intuito de se fazer em etapas foi propiciar que o aluno construísse os conceitos e, a partir daí, compreendesse melhor o desenvolvimento da TP, levando em consideração aspectos históricos e o fato de que a TP ainda hoje sofre modificações com a síntese de novos elementos. A autora trabalhou com duas equipes, que em sua opinião tiveram comportamentos diferentes, pois um grupo se mostrou mais interessado, enquanto o outro apresentou baixo interesse. A autora atribui a falta de interesse

Pelo relato dos autores dos demais trabalhos desta categoria, é possível constatar que a estratégia está de acordo com o que Godoi *et al.* (2010) relatam em sua pesquisa: que o jogo educativo deve ter suas funções bem definidas, devendo proporcionar a função lúdica, que está ligada à diversão, ao prazer e ao desprazer, e também a função educativa, que tem por objetivo a ampliação dos conhecimentos.

por parte de alguns alunos ao uso de artigos científicos, e ressalta que esse tipo de literatura não faz parte do cotidiano dos estudantes do Ensino Médio. Assim, é possível que a questão da baixa participação possa ser resolvida se forem feitas atividades prévias de estímulo à leitura de textos com esse estilo literário.

Embora Piccoli (2011) afirme ter verificado que a turma que teve melhor desempenho durante o estudo da TP também tenha mostrado que conseguiu assimilar melhor o conteúdo em questão nos anos seguintes, a autora afirma que deveria ter incentivado os alunos a produzirem os resumos, motivando-os a buscarem as respostas a partir dos seus próprios interesses, em vez de fornecer a eles os materiais para produção dos resumos.

Após uma criteriosa análise feita em livros didáticos sobre a HC, tendo como tópico a TP, no trabalho 20 (Mehlecke, 2010), a mestrandia expõe em sua dissertação que a maioria dos livros didáticos não retrata a importância da história na construção da TP, não há uma contextualização envolvendo a história com os conteúdos específicos e, quando o livro didático traz um pouco de história, o faz num rodapé de página. Pensando numa ferramenta que melhorasse o ensino, a estratégia empregada teve início com uma pesquisa feita com os alunos por meio de questionários, para levantar os conhecimentos prévios sobre a TP. A pesquisadora obteve como resposta que os alunos nunca tinham utilizado uma TP e nem sabiam como se deu o seu desenvolvimento. Diante disso, a pesquisadora desenvolveu aulas práticas com os alunos sobre substâncias e elementos químicos, as quais ocorreram com a distribuição de *kits* contendo oito amostras de substâncias simples dentro de vidros. Os materiais fornecidos aos alunos tinham apenas a função de proporcionar a observação que, por sua vez, era complementada por textos que tratavam da utilidade das substâncias e a época em que os respectivos elementos foram descobertos. Partindo do interesse dos alunos em aprender mais, os mesmos foram estimulados a utilizar a internet e outros meios de pesquisa para terem mais acesso às informações sobre os elementos ali estudados. Depois das pesquisas feitas, foi pedido aos alunos um texto sobre como se deu o desenvolvimento da TP. Essa proposta, segundo a autora, visava estimular o aluno a melhorar a compreensão sobre o assunto abordado. Ao final desse estudo, outro questionário foi aplicado, e apresentou respostas bastante animadoras. Os alunos que inicialmente não conheciam a TP passaram a entender sua função e organização, além de desmitificarem Mendeleev como tendo sido o primeiro cientista a propor uma organização dos elementos químicos de acordo com suas propriedades, além de compreenderem que os “buracos” que Mendeleev deixou em sua TP correspondiam aos elementos que ainda seriam descobertos.

Dentre as estratégias apontadas como inovadoras no processo de ensino-aprendizagem, destaca-se a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), sendo o uso dos computadores nas salas de aula apontado pelos professores como um recurso bastante eficaz para o aprendizado do aluno.

Dentre as estratégias apontadas como inovadoras no processo de ensino-aprendizagem, destaca-se a inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), sendo o uso dos computadores nas salas de aula apontado pelos professores como um recurso bastante eficaz para o aprendizado do aluno. Para esta categoria, os trabalhos 21 e 22 (Trassi *et al.*, 2001; Silva, D. *et al.*, 2013) apresentam uma estratégia interessante para ser aplicada em sala de aula. Nesses trabalhos, os autores defendem que os livros didáticos, por trazerem o máximo de conteúdo possível, os quais aparentemente são ensinados em um curto período de tempo, muitas vezes não abordam o contexto com tanta eficácia, deixando lacunas que poderiam ser preenchidas com informações importantes para o aluno compreender a própria ciência. Visando preencher essas lacunas, especialistas apontam os programas computacionais como uma importante ferramenta educacional, a qual pode abordar assuntos bem mais aprofundados como as propriedades físicas e químicas, além das classificações dos elementos, utilizando uma TP interativa.

Segundo Hodson (1994, *apud* Eichler; Del Pino, 2000), os sistemas informatizados de administração de dados podem ser de grande utilidade na hora de facilitar e permitir a

consulta, a manipulação e a apresentação de dados essenciais para estudos de correlação, tais como o estabelecimento da regularidade e da classificação associadas à TP.

Uma estratégia bastante interessante foi utilizada no trabalho 21 (Trassi *et al.*, 2001), que teve como proposta avaliar a utilização de uma TP interativa em sala de aula. A inserção dessa estratégia

se deu com 30 alunos do 3º ano do Ensino Médio, que foram divididos em grupos de quatro ou cinco pessoas. Essa atividade foi feita em duas etapas: na primeira, foram indicados aos grupos alguns elementos químicos, para que os alunos fizessem um levantamento na biblioteca, com duração de 2 horas-aula, utilizando livros didáticos e enciclopédias. Na segunda etapa, fez-se uso da TP interativa como material de apoio para a mesma pesquisa, que também teve a duração de 2 horas-aula. Em seguida, os alunos foram questionados sobre as fontes de informação utilizadas para o mesmo assunto. Apesar do artigo não trazer os comentários feitos pelos alunos, os pesquisadores concluíram que a estratégia utilizada foi significativa para o aprendizado dos mesmos, pois envolveu uma positiva interação professor-aluno-computador e não houve distração por parte dos alunos, pois estes ficaram concentrados no assunto, já que durante a atividade não tinham a possibilidade de acesso à internet. A pesquisa realizada pelos alunos utilizando a TP interativa foi considerada mais rápida e mais completa quando comparada à pesquisa realizada na biblioteca, e os pesquisadores sugerem que os professores façam a utilização dessa ferramenta para dinamizar as aulas. Apesar da importância do uso de tecnologias na educação, as

escolas ainda hoje enfrentam dificuldades para utilizar esse tipo de recurso, pois muitas escolas, como a mencionada nesse trabalho, não possuem computadores com acesso à internet, assim como não dispõem de docentes preparados para trabalhar com essas tecnologias.

Portanto, mesmo diante das dificuldades, a tecnologia da informação precisa ser estimulada para ser utilizada em sala de aula. Esse recurso favorece não apenas o aprendizado do aluno, mas também o trabalho dos professores. Nessa linha de raciocínio, Ramos (2004) argumenta que a utilização das novas tecnologias de informação nas aulas também influencia a formação e o modo de pensar do professor, na medida em que o obriga a refletir sobre os conteúdos e métodos que utiliza, além dos seus valores e a razão porque ensina.

No trabalho 23 (Felipe, 2010), foi feita uma pesquisa na internet em busca de um *software* que atendesse às expectativas do autor. Após esse processo, foi desenvolvido um treinamento com os alunos sobre assuntos específicos da Química. A estratégia desenvolvida mostrou ser eficiente para os alunos, que afirmaram que é mais interessante compreender o assunto quando o mesmo é visualizado. Os alunos usaram o *software* CHEMLAB, para fazer reações químicas em ambiente virtual. Os autores relatam que um aspecto positivo atribuído ao emprego dos *softwares* consiste em seu visual e na fácil utilização. Entretanto, um fator que dificulta muito sua utilização, e que inclusive foi citado pelos alunos, é que o material é disponibilizado em inglês.

A categoria “outros” contém 6 trabalhos (24 ao 29 da Tabela 1), que contribuem para o objetivo da pesquisa, porém não se encaixam em nenhuma das categorias anteriores. O trabalho 24 (Medeiros *et al.*, 2008) tem como objetivo o ensino da TP utilizando estratégias de investigação para fazer uma aula diferenciada. Os autores relatam que, por meio de uma atividade denominada “Caça-elementos”, encaminharam os alunos a um supermercado, onde deveriam procurar, em rótulos de produtos, elementos da Tabela Periódica. O objetivo deste levantamento era proporcionar condições para que os alunos relacionassem os elementos da TP com aplicações do dia a dia. Trabalhos de levantamento como este, envolvendo o tema TP, ainda são raros, e isso pode ser atribuído ao fato de ser esta uma estratégia de difícil execução, já que envolve a realização de parte das atividades fora do ambiente escolar.

O trabalho 25 (Santos *et al.*, 2012) relata uma pesquisa realizada com o objetivo de avaliar as dificuldades e conhecimentos dos alunos sobre notações químicas e a Tabela Periódica, estabelecendo uma relação com o cotidiano. Os autores aplicaram um questionário contendo perguntas do conteúdo em questão a 140 alunos da 1ª série do Ensino Médio de três escolas públicas de Aracaju-SE e concluem, a partir dos resultados, que o ensino da TP pode servir como meio de alfabetizar cientificamente os estudantes.

Os trabalhos 26 e 27 (Silva; Sá, 2013; Batalha *et al.*, 2013) relatam levantamentos realizados sobre problemas de uma realidade de alunos do 3º ano do Ensino Médio regular e de EJA, respectivamente. O trabalho 26 relata uma investigação com estudantes de 3ª série do Ensino

Médio, envolvendo a compreensão de conceitos relativos a elementos químicos, enfatizando propriedades periódicas como: tamanho dos átomos, eletronegatividade, energia de ionização, carga nuclear efetiva, raios atômicos e iônicos. Os autores verificaram que a maior parte dos alunos apresentou muita dificuldade na compreensão das propriedades citadas. Já o trabalho 27 relata uma avaliação realizada com 200 entrevistados de uma escola do município de Ananindeua-PA, com o objetivo de levantar o quão familiar é a TP para os estudantes. Os autores concluíram que pouco mais da metade dos entrevistados mostrou alguma familiaridade com a TP. Aqui cabe considerar que tais dificuldades são bem conhecidas e, por isso, se torna necessária a adoção de estratégias que sejam capazes de “sensibilizar (motivar) e de envolver os alunos ao ofício do aprendizado, deixando claro o papel que lhes cabe”, conforme recomenda Mazzioni (2013).

O trabalho 28 (Silva, L. K. R *et al.*, 2013) relata o desenvolvimento de uma peça teatral com alunos do 1º ano do Ensino Médio, para compreensão de assuntos relacionados a TP. Os autores concluíram que a estratégia levou a uma aprendizagem mais significativa. Apesar dessa constatação, podemos destacar aspectos que tornam essa alternativa inviável para muitos professores, como o limitado número de alunos que pode atuar na peça, tornando a aula desinteressante para os demais, bem como o tempo necessário para desenvolver tal atividade.

O trabalho 29 (Lopes *et al.*, 2013) trata da construção de uma TP com materiais recicláveis, buscando relacionar diferentes elementos da TP com o cotidiano dos alunos. Os autores classificam o trabalho como interdisciplinar, pois há conteúdos de Química e Educação Ambiental, e descrevem como ocorreu a construção da TP. A TP produzida foi utilizada nas aulas sobre o tema e os autores se mostram confiantes nos resultados, embora façam a ressalva de que nem todos os alunos conseguiram compreender que os elementos químicos fazem parte do cotidiano deles. Lopes *et al.* (2013) concluem afirmando que melhores resultados podem ser obtidos com o “acréscimo da interdisciplinaridade”, sem justificarem tal afirmação. Cabe destacar aqui que a interdisciplinaridade é também uma estratégia que, como outras, pode apresentar limitações se o professor não tiver objetivos pedagógicos claros. Estratégias assim adotadas podem dar ênfase ao entretenimento, conforme alertam Godoi *et al.* (2010).

A seguir são apresentados 14 trabalhos (Tabela 2), encontrados na pesquisa realizada por meio eletrônico que, embora não apresentem estratégias de ensino sobre TP, podem contribuir para o trabalho de professores que pretendem introduzir inovações em suas aulas.

O trabalho 30 (Lemes; Pino Junior, 2008) traz uma classificação dos elementos da TP por meio de um sistema previsto por redes neurais artificiais de Kohonen. A desvantagem de se elaborar estratégias utilizando esta proposta é que são necessários recursos pouco disponíveis nas escolas, como *softwares* de difícil acesso.

No trabalho 31 (Neves *et al.*, 2001), foi analisada uma experiência relativa ao conhecimento pedagógico do

Tabela 2: Trabalhos que podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias.

30. LEMES, M. R.; PINO JUNIOR, A. D. A Tabela Periódica dos elementos químicos prevista por redes neurais artificiais de Kohonen. *Química Nova*, v. 31, n.5, p. 1141-1144, 2008.
31. NEVES, L. S. *et al.* O conhecimento pedagógico do conteúdo: lei e tabela periódica. Uma reflexão para a formação do licenciado em química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 1, n.2, 2001.
32. SOUZA, R. F.; RAILSBACK, L. B. Uma Tabela Periódica dos elementos e seus íons para cientistas da terra. *Terræ Didática*, v. 8, n.2, p.73-82. 2012. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v8-2/pdf82/75-Raquel.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
33. MAAR, J. H.; LENARDÃO, E. J. A. Contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral à classificação periódica dos elementos. *Scientiæ Studia*, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 773-98, 2012.
34. TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, v.20, n.1, p. 103-117. 1997.
35. MEHLECKE, C. M. *et al.* A abordagem histórica acerca da produção e da recepção da Tabela Periódica em livros didáticos brasileiros para o ensino médio. *Revista Electrónica Enseñanza de la Ciencia*, v.11, n.3, p. 521-545, 2012. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_3_ex647.pdf>. Acesso em: abr. 2015.
36. NOVA, A. C. F. V.; ALMEIDA, D. P. G.; ALMEIDA, M. A. V. Marcos histórico da construção da tabela periódica e seu aprimoramento. 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/R0249-3.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
37. FLÔR, C. C. A história da síntese de elementos transurânicos e extensão da Tabela Periódica numa perspectiva Fleckiana. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 246- 250, 2009.
38. TEIXEIRA, M. L.; KRUGUER, A. G.; AIREZ, J. A. História e filosofia da ciência: uma proposta didática para o ensino da Tabela Periódica. In: Encontro de Química da Região Sul, 19, 2012, Tubarão. *Anais...* Santa Catarina: UNISUL, 2012. Disponível em: <http://www.pibid.ufpr.br/pibid_new/uploads/quimica2009/arquivo/347/ATIVIDADE_2_-_SBQSul.pdf>. Acesso em: abr. 2015.
39. GOULART, I. A. A construção de uma Tabela Periódica interativa: uma análise pela perspectiva cultural do modo de endereçamento. 2009. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, 2009.
40. DALLA COSTA, A.; FERNANDES, A. M. R.; BASTOS, R. C. Desenvolvimento de um software educacional para o Ensino de Química relativo à Tabela Periódica. In: Congresso Rede Ibero-Americana de Informática na Educação, 4, 1998, Brasília. *Anais...* Brasília: RIBIE, 1998. Disponível em: <<http://www.url.edu.gt/sitios/tice/docs/trabalhos/160.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
41. CARREIRA, W. “Química em Geral” a partir de uma Tabela Periódica no Microsoft excel: uma estratégia de ensino de química na Educação Básica. 2010. 143 p. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências na educação básica) - Universidade do Grande Rio Unigranrio, Duque de Caxias, 2010.
42. EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: Estrutura atômica e Tabela Periódica. *Química Nova*, v.23, n. 6, p.835-840, 2000.
43. LYRA, W. S.; SILVA, E. C.; ARAÚJO, M. C. U.; FRAGOSO, W. D.; VERAS, G. Classificação Periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais. *Química Nova*, v. 33, n. 7, p. 1594-1597, 2010.

Fonte: Elaborado pelos autores

conteúdo sobre o tema “Lei e Tabela Periódica” com alunos de um curso de licenciatura em química. Este trabalho é particularmente interessante para professores de cursos de formação inicial de professores. O trabalho 32 (Souza; Railsback, 2012) apresenta uma proposta de construção de uma TP para cientistas da terra. O interessante deste trabalho é o fato de apresentar uma nova tabela, mostrando diversos elementos por repetidas vezes, em diferentes posições, de maneira diferente da tabela convencional. O objetivo é tornar “perceptíveis as tendências, padrões, e inter-relações em mineralogia, geoquímica de solos e sedimentos, petrologia ígnea, geoquímica em meio aquoso, geoquímica isotópica e química dos nutrientes”. Os autores defendem ser esta uma ferramenta importante tanto para iniciantes quanto para os pesquisadores nos níveis mais avançados de investigação em geoquímica, mineralogia e outras ciências afins.

O trabalho 33 (Maar; Lenardão, 2012) trata da contribuição brasileira de Alcindo Flores Cabral ao ensino de Química e à classificação periódica dos elementos. Este

trabalho é particularmente interessante como forma de apresentar aos alunos contribuições históricas de cientistas brasileiros. O trabalho apresenta a inovadora representação helicoidal de Cabral, não só em conexão com representações contemporâneas, mas também como uma incursão pelos primeiros sistemas helicoidais propostos, os de Hinrichs e de Baumhauer.

A maioria dos trabalhos em HC (34, 35, 36, 37 e 38) (Tolentino; Rocha-Filho; Chagas, 1997; Mehlecke *et al.*, 2012; Nova; Almeida; Almeida, 2009; Flôr, 2009 e Teixeira; Kruguer; Airez, 2012) apresenta a importância da utilização da HC e a sua eficiência nos livros didáticos para uma melhor compreensão da TP. O trabalho 39 (Goulart, 2009) relata o processo de produção de uma Tabela Periódica para ser exposta em um museu universitário.

Os trabalhos 40, 41 e 42 da Tabela 2 (Dalla Costa; Fernandes; Bastos, 1998; Carreira, 2010 e Eichler; Del Pino, 2000) apontam para a importância do uso de programas de computador no auxílio da aprendizagem de Química e fazem

Tabela 3: Análise sobre o que contemplam os capítulos referentes à TP dos livros do PNL D 2012

Livros	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
História da TP	Sim	-o-	Sim	Sim	Sim
Exercícios	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Experimentação	Sim	-o-	Sim	Sim	-o-
Materiais na Internet	Sim	Sim	-o-	-o-	-o-

Fonte: Elaborado pelos autores

uma apresentação e discussão sobre os *softwares* já utilizados para o estudo da TP. Os autores destes trabalhos defendem que, com este tipo de ambiente pedagógico computacional, os alunos podem ficar mais estimulados a aprender, considerando a possibilidade de ser este um recurso presente no cotidiano dos alunos e que pode auxiliar os professores a ensinar ciência por meio de aulas mais dinâmicas. Já o trabalho 43 (Lyra *et al.*, 2010) trata de um exemplo didático que deve interessar particularmente a professores de Química Analítica para ensinar análise de componentes principais (PCAs). O método parte de um conjunto de dados de propriedades químicas dos elementos, de maneira que os alunos possam verificar a classificação dos elementos dentro da Tabela Periódica.

Os livros didáticos aprovados pelo PNL D (Brasil, 2012) também foram analisados nos capítulos que se referem à TP, com a finalidade de verificar se complementam o trabalho do professor interessado no desenvolvimento de estratégias de ensino. Foram analisados os livros: (1) Ser Protagonista Química; (2) Química; (3) Química na Abordagem do Cotidiano; (4) Química para a Nova Geração – Química Cidadã e (5) Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia.

Utilizou-se de alguns parâmetros como a consideração sobre a história da TP, se há exercícios ou sugestões de experimentos e se há sugestão de materiais da internet ou outros acessíveis. Os dados estão resumidos na Tabela 3.

Conforme a Tabela 3, podemos observar que apenas uma obra não aborda a história da TP. No entanto, as demais vão mencionando os nomes de alguns cientistas e o conteúdo é tratado apenas como um fato histórico, que culmina com a proposição de Mendeleev. Os exercícios são abordados por todos os livros, e a maioria deles traz sugestões de alguns experimentos. Por fim, dois livros trazem sugestões de *sites* ou livros relacionados ao assunto, que podem ser explorados na elaboração de estratégias.

Considerações finais

Uma dificuldade encontrada na análise dos trabalhos encontrados se deve ao fato de que a maioria dos autores não aponta os aspectos negativos ou detalhes sobre avaliação da aprendizagem, dificultando assim a análise da estratégia utilizada.

Na maioria dos artigos da categoria “jogos didáticos”, constata-se que o jogo só foi aplicado após algumas horas de aula sobre o assunto TP, o que o torna simplesmente uma ferramenta a mais para a compreensão e envolvimento, pois

há evidências de que os alunos aprendem se divertindo. É preciso avaliar bem o uso dos jogos didáticos como estratégia de ensino, uma vez que deve haver o equilíbrio na exploração das componentes lúdica e conceitual, tomando como referência objetivos pedagógicos claros, conforme recomenda Mazzioni (2013).

A análise dos trabalhos permite notar que abordagens envolvendo a HC, tendo como tópico de estudo a TP, é estimuladora para os alunos quererem aprender, pois o assunto se torna mais agradável quando se tem a possibilidade de acompanhar a construção da TP, desde as primeiras tentativas de organização dos elementos químicos, passando por Mendeleev até os dias atuais. Dessa maneira, possibilita-se ao aluno compreender que a ciência é construída historicamente e que não está “pronta e acabada”, como aponta Flôr (2009).

Apesar de existir uma forte tendência para o uso das TICs no ensino sobre e da TP, a utilização dessa estratégia ainda é considerada um problema, uma vez que poucos professores possuem formação pedagógica adequada para ensinar com o apoio dessas tecnologias. Porém, conforme se observa em alguns trabalhos, essa ferramenta pode influenciar no processo ensino-aprendizagem, beneficiando tanto alunos quanto professores que conseguem tornar o assunto mais atraente e suas aulas mais dinâmicas, pois educação e tecnologia se tornam mais próximas, conforme defende Trassi (2001).

Contudo, há muitas estratégias que podem ser utilizadas, e a escolha por alguma delas dependerá do objetivo que se pretende alcançar com a aula, levando em consideração a realidade do contexto escolar. Diante dos desafios cada vez maiores de se alcançar um ensino de qualidade, especialmente nas redes públicas, cabe também refletir sobre os objetivos que se pretende alcançar, conforme defende Mazzioni (2013), e que podem ser viabilizados se forem exploradas as possibilidades de se associar componentes de diferentes estratégias. Associações deste tipo não foram encontradas nos trabalhos analisados, apesar de terem potencial para a superação de alguns dos problemas relatados.

Luiz Henrique Ferreira (ferreiraufscar@gmail.com), bacharel em Química e mestre em Química Analítica pelo Instituto de Química de São Carlos/USP e doutor em Físico-Química pelo Instituto de Química da Unicamp, atualmente é professor Associado do Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos, SP - BR. **Katia Celina Santos Correa** (katiacorrea12@gmail.com) é mestranda no DQ/UFSCar. São Carlos, SP - BR. **Jocely de Lucena Dutra** (Jocely.dut@hotmail.com) é mestranda no IQSC/USP. São Carlos, SP - BR.

Referências

- BARBOSA, P. M. O estudo da geometria. 2003. Disponível em: <http://200.156.28.7/Nucleus/media/common/Nossos_Meios_RBC_RevAgo2003_Artigo_3.rtf>. Acesso em: abr. 2015.
- BELUCE, A. C.; OLIVEIRA, K. L. Ambientes virtuais de aprendizagem: das estratégias de ensino às estratégias de aprendizagem. In: ANPEDSUL, IX, 2012. Anais... Caxias do Sul, 2012. Disponível em : <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/3006/904>. Acesso em: abr. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. *Guia de livros didáticos*: PNLD 2012: Química. Brasília, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+)*: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002. p. 102. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
- FLÔR, C. C. A história da síntese de elementos transurânicos e extensão da Tabela Periódica numa perspectiva Fleckiana. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 246- 250, 2009.
- GODOI, T. A. F. *et al.* Tabela periódica: um super trunfo para alunos do ensino fundamental e médio. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 22-25, 2010.
- KISHIMOTO, T. M. O jogo e a Educação Infantil. São Paulo: Pioneira, 1998. 19p. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/download/10745/10260>>. Acesso em: abr. 2015.
- LEMES, M. R.; PINO JUNIOR, A. D. A Tabela Periódica dos elementos químicos prevista por redes neurais artificiais de Kohonen. *Química Nova*, v. 31, n.5, p. 1141-1144, 2008.
- MAZZIONI, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem: concepções de alunos e professores de ciências contábeis. *Revista Eletrônica de Administração e Turismo*, v. 2, n. 1, p. 93-109, 2013.
- MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino*: as abordagens do processo. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características usos e possibilidades. *Caderno de pesquisas em administração*, São Paulo, v.1, n. 3, 2º SEM, 1996. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/C03-art06.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
- PICCOLI, F. A história da Química pode ajudar os alunos a atribuir sentido para a tabela periódica? 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- RAMOS, I. M. F. *Utilização da Tabela Periódica na Internet com alunos do 9º ano de escolaridade*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências – Departamento de Química – Universidade de Porto, 2004.
- ROMERO, J. H. S. *et al.* Jogos didáticos em espaço não formal: aprovação pelos visitantes. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 30, 2007, Águas de Lindóia. *Anais...* São Paulo: SBQ, 2007. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T0598-1.pdf>>. Acesso em: abr. 2015.
- SCERRI, E. R. *The Periodic Table: its story and its significance*. New York: Oxford University Press, 2006. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=yPtSszJMOO0C&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: abr. 2015.
- STRATHERN, P. O sonho de Mendeleev: A verdadeira história da química. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=cu9GZwp4958C&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: abr. 2015.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. *Química Nova*, v.20, n.1, p. 103-117. 1997.
- TRASSI, R. C. M. *et al.* Tabela Periódica interativa: “Um estímulo à compreensão”. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1335-1339, 2001. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/viewFile/2757/1824>>. Acesso em: abr. 2015.
- ZANON, D.A.V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R.C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências & Cognição*, v. 13, p. 72-81, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/cec_v13-1_m318239.pdf>. Acesso em: abr. 2015.

Abstract: Analysis of teaching strategies used for teaching the Periodic Table. The Periodic Table is an important working tool for the chemists and its construction is a milestone in the history of science. The understanding of the Periodic Table is necessary to chemistry students, since the learning of many other concepts depends on the knowledge about periodic properties. Research has shown the difficulties in teaching the subjects Periodic Table and periodicity. This paper shows an analysis of the various strategies reported nationwide in works that were aimed at teaching the periodic table differently from the commonly held in the classroom. The results show that the use of recreational activities, use of computer, and History of Chemistry are the most frequently used strategies, despite the difficulties of implementing them in the school environment.

Keywords: Periodic Table; teaching strategies; teaching/learning

O Lúdico no Ensino de Química: Considerações a partir da Psicologia Histórico-Cultural

Hélio da Silva Messeder Neto e Edilson Fortuna de Moradillo

Os jogos e atividades lúdicas estão cada vez mais presentes na sala de aula de química e nas pesquisas acadêmicas. No entanto, muitos destas práticas e trabalhos apresentados carecem de um referencial teórico consistente que sustente a prática lúdica na sala de aula ou essas pesquisas. No sentido de colaborar para o desenvolvimento do lúdico no ensino de química, este artigo tem como objetivo apresentar algumas contribuições teóricas a partir da psicologia histórico-cultural para este campo de estudo. Partindo dessa perspectiva teórica, temos defendido, como resultado desta pesquisa, que as atividades lúdicas na aula de química precisam destacar os conhecimentos científicos de modo que estes ocupem um lugar central em aulas que tenham elementos lúdicos. Defendemos, também, que a prática lúdica deve ser pensada sempre como linha auxiliar no processo de aquisição dos conceitos científicos na sala de aula de química, e nunca como atividade principal.

► lúdico, psicologia histórico-cultural, ensino de química ◀

Recebido em 06/04/2015, aceito em 19/09/2015

360

Os jogos e atividades lúdicas estão cada vez mais presentes na sala de aula de química. Os professores têm entendido que essas atividades são relevantes, pois envolvem, motivam e despertam o interesse do estudante pelo conteúdo de química e tornam a aula mais dinâmica e mais interessante.

No entanto, como já apontado por Cunha (2012), muitos dos trabalhos que relatam as pesquisas e experiências lúdicas na sala de aula carecem de um referencial teórico que sustente essas práticas. Mesmo os termos motivação, aprendizagem, interesses são usados nesses trabalhos de maneira espontânea, e quase nunca são definidos ou apoiados por um referencial teórico explícito.

Garcez (2014), em seu trabalho que apresenta o estado da arte do lúdico no ensino de química no Brasil, reforça esse esvaziamento:

O campo do lúdico no ensino de química encontra-se em uma fase ainda centrada em um “ativismo”. Quando se pensa em jogos e atividades lúdicas na área de Ensino de Química, pensa-se logo em elaborar jogos, mesmo sem clareza dos pressupostos norteadores de tais atividades. Esses trabalhos baseiam-se em uma “intuição” de que os jogos elaborados contribuem para o aprendizado do aluno. Sem teoria explícita e consciente, a prática que envolve o lúdico cai em um espontaneísmo sem tamanho, e o potencial dos jogos em sala de aula não é devidamente explorado.

Uma característica observada na maioria dos trabalhos é sua débil relação com a fundamentação teórica sobre o lúdico no ensino de química. Verifica-se que a maioria dos trabalhos apresenta pequenas discussões ou apenas cita o lúdico. Às vezes, estas falas se restringem a uma breve revisão bibliográfica, apresentação das características intrínsecas ao lúdico ou definição de jogo educativo (Garcez, 2014, p. 118).

O campo do lúdico no ensino de química encontra-se em uma fase ainda centrada em um “ativismo”. Quando se pensa em jogos e atividades lúdicas na área de Ensino de Química, pensa-se logo em elaborar jogos, mesmo sem clareza dos pressupostos norteadores de tais atividades. Esses trabalhos baseiam-se em uma “intuição” de que os jogos elaborados contribuem para o aprendizado do aluno. Sem teoria explícita e consciente,

a prática que envolve o lúdico cai em um espontaneísmo sem tamanho, e o potencial dos jogos em sala de aula não é devidamente explorado.

Mas, como diria Patto (1997), toda denúncia traz também um anúncio de sua transformação. A crítica ao esvaziamento teórico do lúdico nas pesquisas e na sala de aula traz consigo a responsabilidade de se apontar caminhos para que o professor e o pesquisador possam trilhar. Esse caminho precisa ser promissor, seja para desenvolvimento e aplicação dos jogos e atividades lúdicas na escola, seja para o desenvolvimento de novas pesquisas. O caminho que aqui apontaremos tem como base a psicologia histórico-cultural (PsiHC).

A partir da PsiHC, esperamos contribuir para superar a crítica que aqui foi apontada, entendendo que se trata de uma aproximação inicial, dentro dos limites que um artigo permite. Longe de querer esgotar o tema, o que aqui fazemos é destacar elementos dessa abordagem teórica que, no nosso entender, contribuirão para o desenvolvimento de práticas em sala de aula e pesquisas mais consistentes no que tange ao campo de estudos do lúdico.

A psicologia histórico-cultural: alguns conceitos necessários para pensar ludicidade na sala de aula

A psicologia histórico-cultural tem sua origem nos estudos de Lev Sémionovitch Vigotski, mas não se restringe a ele. Outros representantes são, por exemplo, Leontiev, Lúria, Galperin, Davidov, Elkonim, Smirnov.

Sob o escudo marxista, Vigotski iniciou a construção de uma psicologia alicerçada no materialismo histórico-dialético, assumindo, portanto, que o psiquismo humano tem a função de criar a imagem subjetiva da realidade objetiva (Martins, 2013), realidade esta que existe fora da consciência.

O processo de formação do psiquismo do indivíduo acontece no seio da cultura. O que significa dizer que a psiquê humana é uma formação sócio-histórica, de modo que a construção do indivíduo se dá pela apropriação do conhecimento construído pelas gerações anteriores e pela permanente construção do novo. Como nos diz Martins (2007, p.43):

A relação entre apropriação e objetivação ocorre sempre em condições históricas, e, desta forma, para que os indivíduos se objetivem como seres humanos, é preciso que se insiram na história. Essa inserção se dá pela apropriação das objetivações resultantes das atividades das gerações passadas.

Afirmamos, portanto, que os seres humanos aprendem a serem seres humanos ao longo da sua inserção na cultura. Como nos diz Leontiev (2004, p. 285):

*Podemos dizer que cada indivíduo **aprende** a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce*

não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana [grifo no original].

Tomando como princípio que o que nos é dado pela biologia não é suficiente para vivermos em sociedade e que nos tornarmos humanos, de fato, pela apropriação da cultura, é que surgem em Vigotski dois conceitos importantes: funções psicológicas elementares (FPE) e funções psicológicas superiores (FPS).

Podemos dizer que as FPE são aquelas que foram legadas pela nossa espécie, de modo que estão asseguradas pelo desenvolvimento biológico, dependendo diretamente da nossa maturação cerebral e biológica (Facci, 2004). As funções psicológicas superiores (FPS) são formadas no seio da sociedade que vivemos. Essas funções são construídas a partir do aprendizado social, de modo que capacidades e aptidões dos seres humanos não estão dadas na genética, e sim no seio da cultura. Atenção voluntária, memória voluntária, pensamento teórico, imaginação, são exemplos dessas funções (Vygotski, 2012; Vigotski, 2009a).

Isso significa que o processo de construção das FPS é um processo de aprendizagem no sentido lato do termo. Ou seja, o processo de apropriação dos conceitos, valores e juízos criados pela humanidade são condições básicas para o desenvolvimento do psiquismo humano.

Partindo daí, podemos sustentar a premissa vigotskiana de que a aprendizagem guiada por outro indivíduo precede e impulsiona o desenvolvimento das FPS. Nas palavras de Vigotski (2009b, p.304):

A aprendizagem pode produzir mais desenvolvimento que aquilo que contém em seus resultados imediatos. Aplicada a um ponto no campo do pensamento infantil, ela se modifica e refaz muitos outros pontos. No desenvolvimento ela pode surtir efeitos de longo alcance e não só de alcance imediato. Consequentemente, a aprendizagem pode não ir só atrás do desenvolvimento, não só passo a passo com ele, mas pode superá-lo, projetando para frente e suscitando nele novas informações.

Ou seja, o conteúdo da aprendizagem tem um papel importante no desenvolvimento do psiquismo. Por isso, quando estamos no ambiente escolar, o professor precisa se preocupar com os conceitos científicos ensinados, uma vez que eles são protagonistas ao promover desenvolvimento no indivíduo. Deixamos clara, portanto, nossa defesa de que os conceitos científicos precisam ter destaque na escola, pois contribuem para impulsionar o psiquismo humano para além da própria aprendizagem do conteúdo.

A ideia de uma aprendizagem instruída remete a outro conceito importante na psicologia histórico-cultural: a zona de desenvolvimento próximo (ZDP). Para Vigotski, a criança com a ajuda pode fazer mais do que ela faz sozinha. O

conceito de ZDP corresponde, justamente, ao que a criança consegue fazer em colaboração com o par mais capaz. De modo que aquilo que hoje ela faz em colaboração com o mais capaz, amanhã conseguirá fazer sozinha (Vigotski, 2009b).

Vale destacar que a zona de desenvolvimento não é um “lugar” no psiquismo da criança que precisa ser encontrado ou medido. Trata-se de um conceito na psicologia histórico-cultural que serve para que pensemos que não devemos nos contentar com aquilo que o indivíduo já faz sozinho, e sim pensarmos sempre naquilo que ele não sabe e pode aprender com a intervenção do professor. O conceito de ZDP reforça a ideia vigotskiana de que a aprendizagem precede o desenvolvimento e, por isso, devemos sempre pensar no que poderá ser conquistado, no amanhã:

A questão das funções amadurecidas permanece em vigor. Cabe definir sempre o limiar inferior. Mas a questão não termina aí, e devemos ter a capacidade para definir também o limiar superior da aprendizagem. Só nas fronteiras entre esses dois familiares a aprendizagem pode ser fecunda. Só entre elas se situa o período de excelência do ensino de uma determinada matéria. A pedagogia deve orientar-se não no ontem, mas no amanhã do desenvolvimento da criança (Vigotski, 2009b p. 333).

Além da ZDP, precisamos destacar aqui dois outros conceitos interligados na PsiHC que nos ajudará a pensar o lúdico: atividade, ação e motivação.

Mas o que é uma atividade? Do ponto de vista psicológico, podemos dizer que a atividade é um processo que, na mediação homem-mundo, satisfaz uma necessidade especial do homem (Leontiev, 2012) - a qual não é, necessariamente, biológica. O estudo é uma necessidade social e se dá na relação homem-mundo, e, por isso, quando realizado pelo sujeito, de modo consciente, é uma atividade.

Para serem considerados atividades, esses processos realizados pelo sujeito na relação com o mundo devem coincidir com o **motivo (motivação)** que estimula o sujeito a executar essa atividade.

Leontiev (2012) usa um exemplo, que retomaremos aqui, de maneira resumida, para ilustrar melhor o conceito de atividade. Imaginemos que um estudante esteja se preparando para um exame, e para isso leia um livro de história. Admitamos que um colega desse estudante lhe diga que o livro que ele está lendo não é necessário para a realização da prova. Nesse momento, o estudante pode abandonar a leitura imediatamente e pedir ao colega um apontamento sobre o que vai cair na prova, pode continuar a ler o livro, ou pode desistir da leitura com relutância, pois o assunto era interessante.

Será que o ato de ler o livro de história era uma atividade? Depende da atitude tomada pelo estudante quando soube que o assunto do livro não cairia na prova. Se ele optou por abandonar a leitura imediatamente e pedir o apontamento do colega, fica claro que o motivo que o levou a ler o livro de história não foi o conteúdo do mesmo. “Aquilo para o qual a leitura se dirigia não coincidia com aquilo que o induzia a ler” (Leontiev, 2012, p. 68). A leitura nesse caso não era a atividade. A atividade, neste caso, era a preparação para o exame. Caso o estudante optasse por continuar a leitura ou a abandonasse com relutância, o ato de ler seria uma atividade, pois o que dirigiu o processo da leitura foi o próprio conteúdo do livro.

Mas voltemos ao caso em que a preparação para o exame era a atividade. Qual o papel psicológico desempenhado pela leitura, já que esta não é atividade? Para Leontiev, podemos dizer que a leitura, neste caso, era uma ação. “A ação é um processo, cujo motivo não coincide com o seu objetivo, mas reside na atividade da qual ele faz parte” (Leontiev, 2012, p. 69). Podemos dizer que o objetivo de ler e se apropriar do conhecimento do livro é apenas um meio de se preparar para o exame (motivo da atividade). Deve estar claro para o sujeito de que modo o objetivo da ação está relacionado com o motivo da atividade: caso contrário, a ação não será executada.

Não obstante, os motivos mudam e o que antes era uma ação pode virar atividade. O aluno que antes começou a leitura para se preparar para o exame pode começar a gostar daquilo que estava lendo, e passar a se interessar pelo conteúdo do livro. Neste momento, a leitura passou a ser uma atividade. Podemos dizer, neste caso, que a preparação para o exame virou um motivo paralelo. Ela começou sendo o motivo principal, mas se tornou secundário com a promoção da ação à atividade. Essa transformação da ação em atividade é importante para o desenvolvimento do psiquismo humano, pois nelas surgem novas relações do indivíduo com o mundo. Nas palavras de Leontiev:

Qual o papel psicológico desempenhado pela leitura, já que esta não é atividade? Para Leontiev, podemos dizer que a leitura, neste caso, era uma ação. “A ação é um processo, cujo motivo não coincide com o seu objetivo, mas reside na atividade da qual ele faz parte” (Leontiev, 2012, p. 69). Podemos dizer que o objetivo de ler e se apropriar do conhecimento do livro é apenas um meio de se preparar para o exame (motivo da atividade).

Há uma relação particular entre atividade e ação. O motivo da atividade, sendo substituída, pode passar para o objeto da ação, com o resultado de que a ação é transformada em uma atividade. Este ponto é excepcionalmente importante. Esta é a maneira pela qual surgem todas as atividades e novas relações com a realidade. Esse processo é a base concreta sobre

a qual ocorrem mudanças na atividade principal e, conseqüentemente, as transições de um estágio de desenvolvimento para outro (Leontiev, 2012, p. 69).

Essa citação também nos ajuda a entender que as atividades, em geral, não começam como tal: logo, podemos

afirmar que os motivos que levam o indivíduo a agir não são, de início, motivos principais, e sim motivos paralelos ou objetivos da ação. Podemos dizer, então, que é na ação que os motivos são gestados.

Outro aspecto da teoria da atividade que precisa ser ressaltado aqui é a diferença feita por Leontiev entre “motivos apenas compreensíveis” e “motivos realmente eficazes”. O motivo compreensível é aquele com o qual o indivíduo entende a importância de realizar sua atividade, mas isso não basta para que ele faça. O motivo realmente eficaz, psicologicamente, move o indivíduo para realizar a atividade.

Vamos, mais uma vez, recorrer ao exemplo de Leontiev (2012) para ficar mais clara a diferença entre esses dois motivos. Imaginemos uma criança (ou um adolescente) que não consegue se mover para fazer suas lições, tentando de todas as formas adiar sua tarefa e sendo distraído muito frequentemente por coisas externas assim que começa a trabalhar. Será que essa criança/adolescente não sabe da importância do estudo? Será que ele não entende a importância da atividade para seu aprendizado? No geral, podemos dizer que esse indivíduo sabe de tudo isso, mas isso não é o bastante para que ele se mova e realize a tarefa. Podemos dizer, portanto, que estamos diante de um motivo apenas compreensível.

Agora, se dissermos à criança que ela só sairá para brincar depois de ter feito a tarefa e isso resolver o problema, estaremos diante de um motivo paralelo realmente eficaz. Sob determinadas condições, os motivos compreensíveis podem se tornar motivos eficazes, de modo que o que antes era apenas entendido pela criança, passa a ser o que a move para a realização dessa tarefa.

Para compreender de que maneira ocorre essa transformação de motivo, vamos ver o que nos diz Leontiev (2012, p.70-71):

É uma questão de um resultado da ação ser mais significativo, em certas condições, que o motivo que realmente a induziu. A criança começa fazendo conscienciosamente suas lições de casa porque ela quer sair rapidamente e brincar. No fim, isto leva a muito mais; ela não apenas obterá a oportunidade de brincar, mas também de obter uma boa nota. Ocorre uma nova objetivação de suas necessidades, o que significa que elas são compreendidas em nível mais alto.

Educar, portanto, consiste numa combinação entre motivos eficazes e realmente compreensíveis, de modo que seja atribuído maior significado ao resultado bem-sucedido de uma atividade que contém o motivo compreensível, de tal forma que ele se torne realmente eficaz (Leontiev,2012). Essa não é uma tarefa simples, pois a mudança de motivos não é algo rápido e trivial, mas que depende das condições sociais,

materiais e psíquicas do indivíduo, postas ao longo da sua existência, e das suas vivências escolares e fora da escola. É no âmbito histórico-social que esses motivos compreensíveis são reforçados ou esvaziados de significado, de modo que podem, ou não, se tornarem motivos eficazes.

Esclarecendo alguns conceitos no que tange à psicologia histórico-cultural, podemos agora, munidos de um referencial teórico, avançar para discutir aspectos do lúdico na sala de aula e na pesquisa.

Contribuições da psicologia histórico-cultural para pensar o lúdico na sala de aula

Falar em jogos e atividades lúdicas remete imediatamente à infância. Uma criança feliz seria aquela que brinca, que solta a imaginação e, portanto, é livre e criativa. O lúdico carrega na vida diária e na educação infantil uma concepção reificada, que admite que brincar é natural e que, quanto mais livre for essa brincadeira, melhor para o sujeito.

A partir da psicologia histórico-cultural, defendemos que os jogos e atividades lúdicas executadas pelos homens têm natureza social e, portanto, aprende-se a jogar por inserção na cultura. O ato de jogar, o que se joga e como se joga, é reflexo do seu tempo, da sua época e, portanto, é uma conquista histórica transmitida para as crianças. Estamos de acordo com Elkonin (2009, p. 37) quando ele nos afirma

que “as teorias do jogo que o deduzem dos instintos e dos impulsos internos marginalizam, de fato, a questão da sua origem histórica”.

O jogo nasce da inserção da criança no mundo e a apropriação cultural, o modo que se brinca e o conteúdo da brincadeira dependem dessa inserção da criança no mundo do adulto.

Segundo Brougère (2010, p. 104):

A brincadeira é um processo de relações interindividuais, portanto de cultura [...]. A brincadeira pressupõe uma aprendizagem social. Aprende-se a brincar. A brincadeira não é inata, pelo menos nas formas que ela adquire junto ao homem. A criança pequena é iniciada na brincadeira por pessoas que cuidam dela.

Mas o que é o jogo? Qual a sua definição? Essa resposta não é trivial, pois a palavra é usada em diversos momentos com diversos significados. Jogo de panela, jogo protagonizado, jogo de interesses, jogo de futebol são exemplos da pluralidade desse vocábulo. Essa dificuldade de definição do termo *jogo* já foi relatada em outros trabalhos por Elkonin (2009), Huizinga (2012) e Soares (2013).

Segundo Elkonin (2009, p. 19), o jogo é “uma atividade em que se reconstruem, sem fins utilitários diretos, as

Sob determinadas condições, os motivos compreensíveis podem se tornar motivos eficazes, de modo que o que antes era apenas entendido pela criança, passa a ser o que a move para a realização dessa tarefa.

relações sociais”. Quando a criança interpreta um médico atendendo um paciente, por exemplo, está colocada ali uma reconstrução de uma relação social, uma relação que se estabelece entre o médico e o paciente e os papéis assumidos por eles na sociedade. No entanto, diferente da relação real entre médico e paciente, na brincadeira não há fins utilitários de curar o paciente, por exemplo.

Para um jogo protagonizado é fácil ver onde está a reprodução das relações sociais, mas e em um jogo de regras explícitas? Onde estão essas relações sociais quando se brinca de banco imobiliário? Ou quando se brinca de baralho?

No caso do jogo de regras, as convenções sociais estão postas no próprio jogo. A ideia de respeito às regras, controle de conduta, esperar sua vez, são todas relações sociais que se evidenciam no jogo de regras. Afirmamos que todo jogo representa, em maior ou menor grau, as relações sociais postas no seu tempo ou de um tempo passado, que foram transmitidas para as novas gerações, ainda que implicitamente.

O banco imobiliário, por exemplo, é um jogo que carrega uma série de conceitos relacionados ao dinheiro, empréstimos, aluguel, etc. O objetivo do jogo, em última instância, é levar o outro à falência. Que relações estão postas nesse jogo? Relações capitalistas? Que visão de mundo esse jogo carrega? Não estamos querendo fazer um julgamento se esse

jogo deve ou não ser jogado pelas crianças: estamos apenas evidenciando as relações sociais que estão presentes, conscientemente ou não, nessas atividades lúdicas.

Até agora, usamos os termos jogo, brincadeira e atividades lúdicas de maneira indiscriminada. A pluralidade do vocábulo *jogo* e de outros termos relacionados ao lúdico fez Soares (2013) propor definições para esses termos que são muito comuns quando o assunto é o lúdico.

Para Soares (2013, p. 49), jogo é qualquer atividade lúdica que tenha as regras explícitas e que sejam amplamente aceitas pela sociedade. O futebol e o basquete seriam exemplos de jogos. Já a brincadeira seria, para o autor, uma atividade lúdica em que as regras sejam claras, mas são estabelecidas em grupos locais, podendo variar de região para região ou de bairro para bairro. Soares cita a pelada de fim de semana e brincadeira de tacos como exemplos.

Reconhecemos o esforço teórico feito pelo autor para clarificar tais termos. Concordamos com sua definição de atividade lúdica, mas, neste trabalho, não diferenciaremos jogo e brincadeira. A nosso ver, essa separação confunde mais do que ajuda. Brincamos de bola ou jogamos bola sem que isso cause problemas para o entendimento. Com essas definições, por exemplo, jogo protagonizado não poderia ser chamado de jogo, pois suas regras são implícitas, o que seria um contrassenso. Neste trabalho, portanto, assumimos que jogo e brincadeira são sinônimos.

No caso do jogo de regras, as convenções sociais estão postas no próprio jogo. A ideia de respeito às regras, controle de conduta, esperar sua vez, são todas relações sociais que se evidenciam no jogo de regras. Afirmamos que todo jogo representa, em maior ou menor grau, as relações sociais postas no seu tempo ou de um tempo passado, que foram transmitidas para as novas gerações, ainda que implicitamente.

Esclarecida a nossa concepção de jogo na psicologia histórico-cultural, nos resta, agora, discutir o papel do jogo na educação e, portanto, no ensino de química. Na infância, esse papel já é bem definido: o jogo contribui para o desenvolvimento da imaginação da criança, ajuda a desenvolver a sua concentração e seu comportamento volitivo. Uma vez que a criança tem que se submeter às regras, o jogo auxilia no desenvolvimento de aspectos morais (aprender a perder, a não trapacear, por exemplo). Mas qual o papel do jogo na adolescência, já que é esse o público que trabalhamos na sala de aula de química? Será que o jogo deve ser usado com os adolescentes e adultos?

A origem social do jogo nos permite dizer que ele aparece em qualquer idade e não, necessariamente, na infância. Assumir que o jogo só é coisa de criança é naturalizá-lo. Saber essa origem pode nos ajudar a pensar e trabalhar com os estudantes o processo conhecido como adultificação, em que adolescentes ou pessoas mais velhas inibem sua vontade de brincar por acharem que é coisa de criança, e por isso têm vergonha (Soares, 2013). O processo de brincar é possível em qualquer idade, mas espera-se que o lugar que o jogo ocupa nas outras fases da vida seja diferente do papel ocupado na infância.

Qual o papel desse jogo na sala de aula de química? No

nosso entender, o jogo entra como **linha auxiliar** na sala de aula para o desenvolvimento da atividade de estudo no adolescente e no adulto. Ou seja, o jogo precisa ajudar o aluno na apropriação do conhecimento científico, pois só assim ele estará contribuindo para o desenvolvimento psíquico e exigindo do aluno mais do que ele pode no momento, avançando sempre para a atividade de estudo. Apontamos que é na função do resgate dos processos psíquicos

(atenção, memória, pensamento, imaginação) que o jogo precisa ser pensado.

O jogo é uma forma de ajudar o professor a atuar na ZDP. Em vez de assumir que não há nada a se fazer pelos estudantes, que são comumente classificados como “bagunceiros”, desatentos e sem motivação, o professor pode agir usando o jogo como uma atividade que permitirá ajudar a superar essas dificuldades.

Como nos diz Vigotski sobre o jogo:

[...] a brincadeira cria zona de desenvolvimento iminente na criança. Na brincadeira, a criança está sempre acima da média da sua idade, acima do seu comportamento cotidiano; na brincadeira, é como se a criança estivesse numa altura equivalente a uma cabeça acima da sua própria altura. A brincadeira em forma condensada contém em si, como na mágica de uma lente de aumento, todas as tendências do

desenvolvimento; ela parece dar um salto acima do seu comportamento comum (Vigotski, 2008, p. 35).

Quando falamos de resgate de funções a partir do jogo, porém, não estamos falando de qualquer jogo. Para que a brincadeira cumpra esse papel, é preciso que ela não esteja esvaziada de conteúdo, é preciso que o professor assuma o compromisso de que esse jogo tenha conhecimento científico para ser trabalhado na sala de aula.

Deste modo, o jogo didático precisa, como nos diz Kishimoto (1996), equilibrar duas funções ao entrar na sala de aula: a **função lúdica** e a **função educativa**. A função lúdica é aquela, presente no jogo, que propicia diversão e prazer. A função educativa é aquela que permite que o sujeito aprenda algo durante o ato de jogar. Ou seja, o jogo didático precisa divertir e ser útil para que o aluno aprenda. Soares (2013, p. 46) ressalta alguns aspectos sobre o equilíbrio dessas duas funções:

Se uma dessas funções for mais utilizada do que outra, ou seja, se houver um desequilíbrio entre elas, provocaremos duas situações: quando a função lúdica é maior que a educativa, não temos mais um jogo educativo, mas somente o jogo. Quando temos mais a função educativa do que a lúdica, também não temos mais um jogo educativo e sim um material didático nem sempre divertido.

Ressaltar que essas funções devem ser equilibradas no processo de elaboração do jogo não significa, sob hipótese alguma, colocá-las em mesmo nível de importância. Entendemos que equilibrar essas duas funções é complicado, mas o professor precisa saber que, caso ele penda para um lado, esse lado deve ser o da função educativa, que é a função da escola. O equilíbrio precisa sempre estar deslocado para o conteúdo científico, caso contrário o que estaremos fazendo na sala é passar o tempo com os estudantes, sem nada contribuir para o seu desenvolvimento.

Alguns teóricos afirmam que há, no jogo educativo, um paradoxo. Segundo eles, o jogo é dotado de natureza livre e divertida, e essas características seriam incompatíveis com a busca dos resultados esperados pelo processo educativo (Soares, 2013).

Discordamos dos autores que entendem que, no jogo educativo, existe paradoxo e entendemos que essa aparente contradição pode ser superada se tivermos clareza entre o que é atividade e o que é ação dentro do processo educativo.

Se lembrarmos do que foi discutido na seção anterior, veremos que as ações compõem a atividade e, por isso, os objetivos da ação estão submetidos ao motivo da atividade.

Se o professor tiver clareza de que o motivo do jogar é o ensino do conteúdo, o lúdico será apenas uma ação, de modo que ser livre e divertir-se é um intermediário para que o aluno se aproprie do conhecimento sistematizado oferecido pela escola.

Um exemplo talvez nos ajude a ser mais claros. Vamos supor um professor que queira ensinar funções orgânicas a partir do jogo da memória. O professor precisa ter claro que sua atividade é ensinar química orgânica, de modo que sua ação se dará por meio da brincadeira, que, nesse caso, é o jogo da memória. Desse modo, o aluno vai se divertir, vai ser livre para brincar ou ver o colega brincando com o jogo da memória, mas ele e o professor precisam entender e ter clareza que toda ação realizada terá como motivo maior a apropriação do conhecimento de

É muito importante salientar que não basta ao jogo ter informações científicas para que ele seja educativo. Observamos em trabalho anterior (Messeder Neto, 2012) que, mesmo tendo conceitos científicos na sua composição, o jogo sem mediação é rico em senso comum, de modo que a presença desses conceitos não garante que os estudantes estejam tomando consciência do conteúdo e se apropriando dele.

química orgânica. A diversão, portanto, é o caminho para se chegar à aprendizagem. Não entendemos que há paradoxo, o que entendemos são papéis diferentes do jogo e do conteúdo científico no contexto da sala de aula. O professor não pode perder isso de vista em nenhum instante.

É muito importante salientar que não basta ao jogo ter informações científicas para que ele seja educativo. Observamos em trabalho anterior (Messeder Neto, 2012) que, mesmo tendo conceitos científicos na sua composição, o jogo sem mediação é rico em senso comum, de modo que a presença desses conceitos não garante que os estudantes estejam tomando consciência do conteúdo e se apropriando dele.

A tomada de consciência do estudante em relação ao conteúdo presente em uma atividade é problematizada por Leontiev (1978) no apêndice do livro *Actividad, Conciencia y Personalidad*. A partir das considerações desse teórico, podemos afirmar que nem tudo que se percebe é possível de ser compreendido e, por isso, nem tudo se torna objeto da consciência do aluno. Desse modo, o aluno poderá perceber que no jogo há conhecimento científico, mas isso não será suficiente para que ele o compreenda, uma vez que sua atenção pode estar deslocada para o aspecto lúdico.

O que faz com que o conteúdo seja o foco da atenção e, portanto, seja objeto da consciência em uma atividade escolar? O que podemos fazer para que, em uma atividade lúdica, os conceitos sejam destaque em detrimento da função lúdica? Leontiev (1978, p. 193) nos dá um elemento para responder a isso:

Dito de outro modo, para que seja consciente o conteúdo percebido é preciso que ele ocupe na atividade do sujeito o lugar estrutural de fim imediato da ação e, desse modo, entraria em relação correspondente com o motivo da atividade. Este princípio é válido

em termos da atividade externa e interna, da prática e da teórica. [Grifo e tradução nossa.]

Ou seja, o conteúdo científico precisa ocupar um lugar central na ação de jogar, e isso é essencial para que o estudante entenda que a diversão é o caminho (não o fim) para o desenvolvimento da atividade de aprendizagem. É necessário que o conceito que será aprendido, discutido ou retomado esteja claro para o estudante durante todo o jogo, caso contrário ele não ocupará lugar central na atividade realizada.

Leontiev nos mostra, com um exemplo, como uma atividade que, inicialmente, teria a intenção de atrair os estudantes para pensar em aspectos teóricos por meio de uma atividade prática de construção de modelos, termina não contribuindo para a aprendizagem do conteúdo científico. O exemplo fornecido é de um grupo de estudantes que trabalhou com aeromodelismo:

Uma deficiência reconhecida no trabalho do círculo de aeromodelismo no Palácio de Pioneiros era que seus participantes mais jovens, embora trabalhassem com grande entusiasmo na preparação dos modelos de aviões, não manifestavam suficiente interesse pelos dados teóricos imprescindíveis para construir a consciência. Resultou, de fato, que embora cumprissem com gosto e habilidade o meticuloso trabalho de curvar as armações, etc., os grupos de aeromodelistas principiantes se interessavam muito pouco pela teoria do voo; muitos não podiam responder corretamente às perguntas de porque o avião se sustenta no ar, o que é “resistência frontal” e “ângulo de ataque”, porque um modelo de avião pode cair antes que cesse o funcionamento do seu motor, etc. Nenhum tipo de propaganda argumentando sobre a necessidade de compreender o aspecto teórico do assunto teve êxito e, inclusive, quando liam os livros de divulgação sobre o tema, os jovens reparavam quase exclusivamente nos dados técnicos de caráter prático (Leontiev, 1978, p. 227, tradução nossa).

Podemos perceber que, por mais interessante que fosse a tarefa, ela não contribuiu em nada para que os estudantes entendessem os princípios físicos para fazer o avião voar de maneira adequada. Uma atividade como essa, que parece que motiva os estudantes, os tira da “passividade” e é lúdica, termina ficando na aparência, na manipulação, no divertimento ao construir o avião.

Leontiev nos mostra que é possível realizar uma atividade lúdica e que, ao mesmo tempo, contribua para aprendizagem se, como já dissemos, mudarmos o lugar ocupado pelo

conteúdo teórico na atividade, colocando-o como central. Ao fazer isso, a atividade não deixa de despertar o interesse, mas passa a contribuir para o aprendizado dos conceitos e elevação do pensamento teórico.

No exemplo citado, Leontiev nos mostra que a mudança ocorreu da seguinte maneira. Em vez de colocar os estudantes para confeccionar o melhor e mais bonito modelo possível, eles deveriam criar, o mais rápido possível, um modelo que percorresse certa distância em linha reta predefinida. Uma vez construídos esses modelos, organizava-se o primeiro lançamento e comparava-se a distância percorrida por cada modelo com a distância prefixada. Era dado um tempo para que os estudantes corrigissem ou aperfeiçoassem o modelo que eles elaboraram e outro lançamento era organizado, e assim sucessivamente, até que os modelos cumprissem a distância pré-fixada. Por que essa mudança mudou o lugar do conteúdo teórico? O que essa atividade tem de diferente da anterior? Leontiev nos responde:

É compreensível que esta reestruturação experimental da atividade em grupo tenha criado uma enorme mudança nos interesses. Entende-se que os jovens encararam a nova tarefa com a mesma satisfação que a anterior. Contudo, ao contrário desta, a segunda, como estimuladora da atividade (isto é, como motivo) trazia de forma implícita a necessidade de projetar objetivos que objetivamente já eram teóricos e cognitivos. Por que o modelo sobe bruscamente na vertical e logo despenca, sem ter voado sequer dois metros? (...). O instrutor desenhava no quadro-negro vetores para frente, para cima, para baixo; alguns aumentavam, outros diminuía; era evidente que nessas condições o avião cairia irremediavelmente. Isso é muito interessante. E logo quando a mão de um jovem construtor arqueava um plano no modelo, tinha presente em sua mente a correlação desses vetores (Leontiev, 1978, p. 228).

Leontiev nos mostra que é possível realizar uma atividade lúdica e que, ao mesmo tempo, contribua para aprendizagem se, como já dissemos, mudarmos o lugar ocupado pelo conteúdo teórico na atividade, colocando-o como central. Ao fazer isso, a atividade não deixa de despertar o interesse, mas passa a contribuir para o aprendizado dos conceitos e elevação do pensamento teórico.

Como vimos, a atividade, nesse caso, precisa do conteúdo para ser realizada. O conteúdo ocupa um lugar central, de modo que, sem ele, os estudantes não conseguem resolver o problema proposto. É isso que significa, efetivamente, colocar o conteúdo como centro, e não como adorno da atividade. É isso que estamos defendendo para quando o jogo vai à sala de aula a fim de contribuir com o ensino de química. O conteúdo científico não pode somente *estar* no jogo ou na atividade lúdica: ele tem que ser central para a resolução da atividade.

Mesmo que o jogo mobilize o conhecimento, entendemos que o processo de tomada de consciência dos conceitos

científicos durante o jogo é algo complexo, e sempre exigirá do professor a retomada do que foi discutido, e do que é essencial de ser extraído da atividade lúdica. Deste modo, defendemos que o jogo é sempre ponto de partida de conteúdo, uma vez que ele, por si só, não será suficiente para atingir o nível de síntese que desejamos do processo educativo. Defendemos, portanto, que:

[...] apenas o ato de jogar não nos parece suficiente para que o aluno consiga um desenvolvimento adequado do conhecimento científico. Parece-nos que ao fim do jogo o aluno ainda está no início do percurso da aprendizagem e tem um conhecimento com um grau sintético não satisfatório [...]. A nosso ver, é o professor que precisa, ao final do jogo, destacar o que foi importante na atividade lúdica e quais conhecimentos são possíveis de serem extraídos dela. É na síntese que o professor retoma o que foi discutido no jogo e faz o aluno avançar no pensamento teórico (Messeder Neto, 2012, p. 54).

Portanto, entendemos que o professor que elabora um jogo didático precisa se perguntar antes de aplicá-lo na sala de aula: Qual lugar o conteúdo científico ocupa nesse jogo? A diversão do jogo orbita em torno desse conteúdo? Os estudantes têm consciência de onde essa atividade quer chegar e o que ele deve aprender? O jogo mobiliza os conceitos que o estudante deve aprender? Em que momento o professor faz a síntese dos aspectos que foram discutidos no jogo?

Outro aspecto que precisa ser destacado e problematizado a partir da PsiHC é a ideia de que o jogo desperta motivação e o interesse. É comum os professores que usam o lúdico na sala de aula ficarem muito satisfeitos, pois os alunos ficam mais motivados nas aulas e se interessam mais, uma vez que a aula está divertida e dinâmica.

No entanto, precisamos destacar que o fato do estudante estar interessado no jogo não é suficiente para o objetivo que temos como educadores. É preciso que o estudante migre seu interesse pelo jogo (aquilo que o movimenta, inicialmente) para o estudo do conteúdo (motivo final almejado). Nas palavras de Sminorv e colaboradores (1960):

Tudo isso obriga a fazer que o estudo seja interessante para os alunos. A solução desta tarefa se pode basear em dois fatos psicológicos. Em primeiro lugar, o ensino deve ter como base o interesse que o aluno já tem, ainda que não se refira diretamente à matéria que ensina. Isto, contudo, não soluciona os problemas. É necessário, além disso, despertar novos interesses frente àquilo que se estuda. Somente estes

se podem considerar de valor completo, mas deve-se criá-los de maneira ativa.

Os interesses ao que se estuda surgirão desenvolvendo os motivos em torno do que se estuda, os quais devem ser amplos e de viva significação para a criança (p. 349-350, grifo no original).

Outro aspecto que precisa ser destacado e problematizado a partir da PsiHC é a ideia de que o jogo desperta motivação e o interesse. É comum os professores que usam o lúdico na sala de aula ficarem muito satisfeitos, pois os alunos ficam mais motivados nas aulas e se interessam mais, uma vez que a aula está divertida e dinâmica.

Ficar satisfeito porque o aluno aprendeu brincando é parar no meio do caminho, uma vez que o estudo ainda não se tornou uma atividade consciente, portanto uma atividade principal. O professor precisa agir de modo que o jogo seja motivo secundário e, ao fim do processo, o estudo se torne atividade, uma vez que o motivo passa a ser o próprio ato de estudar e conhecer a realidade. Se isso não for feito, teremos um professor refém das atividades

lúdicas, pois suas aulas somente serão boas se tiverem esse aspecto motivador. Desse modo, aprender química nunca será atividade principal.

Não podemos esperar que os estudantes estejam prontos para a aprendizagem de química no início do processo educativo; porém, não podemos, também, nos contentar com os interesses imediatos dos estudantes pelo lúdico. Esses interesses não devem servir de mola mestra para fundamentar o trabalho docente, o qual deve sempre mirar mais alto, tendo como diretriz-fim o desenvolvimento do estudante para que ele ganhe autonomia na atividade de estudo. Em termos gerais, ao fim do processo, o professor de química precisa prescindir da atividade lúdica porque ela gerou novos motivos.

Considerações Finais

O presente artigo tentou evidenciar que o lúdico só deve entrar na sala de aula de química teoricamente fundamentado. Elaborar um jogo ou uma atividade lúdica que contribua para o desenvolvimento do educando requer estudo, e não pode ser feito de qualquer maneira. É necessário reflexão sobre o papel da atividade lúdica na aprendizagem dos conceitos químicos, e por isso é uma tarefa de muita responsabilidade e não pode ser feita de improviso.

A partir da psicologia histórico-cultural, defendemos, ao longo deste artigo, que o jogo ajuda o professor a atuar na zona de desenvolvimento próximo do estudante, mas isso só acontecerá se o jogo tiver conteúdo científico e esse ocupar um lugar central na atividade realizada. O conteúdo científico não pode ser apenas um adorno.

Ressaltamos, também, que o lúdico precisa ser sempre ponto de partida, e não de chegada, do processo pedagógico. O jogo deve fomentar, nos estudantes, novos interesses pelo conteúdo científico, e não pelo aspecto lúdico em si.

O estudante precisa caminhar, ao final do processo, para a atividade de estudo. Defendemos que o professor não pode se tornar refém do aspecto lúdico ou de qualquer outro recurso utilizado na sala de aula.

Esperamos que esse artigo contribua para o crescimento da linha de pesquisa no campo do lúdico no Ensino de Química, e ajude os professores a fundamentar suas práticas lúdicas em sala de aula, evitando que as aulas de químicas se transformem em aulas divertidas, mas esvaziadas de

conceitos científicos.

Hélio da Silva Messeder Neto (helioneto@ufba.br), licenciado em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Doutorado pelo programa de Ensino, Filosofia e História da Ciência da UFBA/UEFS. Professor do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA - BR. **Edilson Fortuna de Moradillo** (edilson@ufba.br), bacharel e Licenciado em Química pela Universidade Federal da Bahia, Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela UFBA/UEFS. Professor do Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA - BR.

Referências

BROUGÈRE, G. *Brinquedo e cultura*. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

CUNHA, M.B. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*. v. 34, n. 2, 2012.

ELKONIN, D.B. *Psicologia do jogo*. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

FACCI, M.G.D. *Valorização ou esvaziamento do trabalho do professor?* Um estudo crítico-comparativo da teoria do professor reflexivo, do construtivismo e da psicologia vigotskiana. Campinas-SP: Autores Associados, 2004.

GARCEZ, E.S.C. *Jogos e atividades lúdicas em ensino de Química: um estudo do estado da arte*. Goiânia, 2014. 149 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal de Goiás, 2014.

KISHIMOTO, T.M. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, T.M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 4. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1996.

LEONTIEV, A.N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 2012.

_____. *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Livros Horizonte, 2004.

_____. *Actividad, conciencia y personalidad*. Buenos Aires: Ciencias del Hombre, 1978.

MARTINS, L.M. *O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica*. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2013.

_____. *A formação social da personalidade do professor: um enfoque vigotskiano*. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2007.

MESSEDER NETO, H. S. *Abordagem contextual lúdica e o ensino e a aprendizagem do conceito de equilíbrio químico: o*

que há atrás dessa cortina? Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012

PATTO, M.H.S. Para uma crítica da razão psicométrica. *Revista Psicologia USP*. São Paulo, USP - IP, v. 8, n. 1, p. 47-62, 1997.

SMIRNOV, A.A. et al. *Psicología*. Mexico, Grijalbo, 1960.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas no ensino de química*. Kelps: Goiânia, 2013.

VIGOTSKI, L. S. A brincadeira e o desenvolvimento psíquico da criança. Tradução de Zoia Prestes. Rio de Janeiro: UFRJ, *Revista GIS* nº11, 2008, Disponível em: <<http://www.ltds.ufrj.br/gis/antiores/rvgis11.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014.

_____. *Imaginação e criação na infância; ensaio psicológico: livro para professores*. São Paulo: Ática, 2009a.

_____. *A construção do pensamento e da linguagem*. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2009b

YIGOTSKY, L. S. *Obras escogidas*. Tomo IV. Madrid: Machado Nuevo aprendizaje, 2012.

Para saber mais

ARCE, A.; DUARTE, N (Orgs.). *Brincadeira de papéis sociais na educação infantil: as contribuições de Vigotski, Leontiev e Elkonim*. São Paulo: Xamã, 2006.

FIORESI, C.M; et al. Jogo ou lista de exercício? In: I Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química. *Anais*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2014.

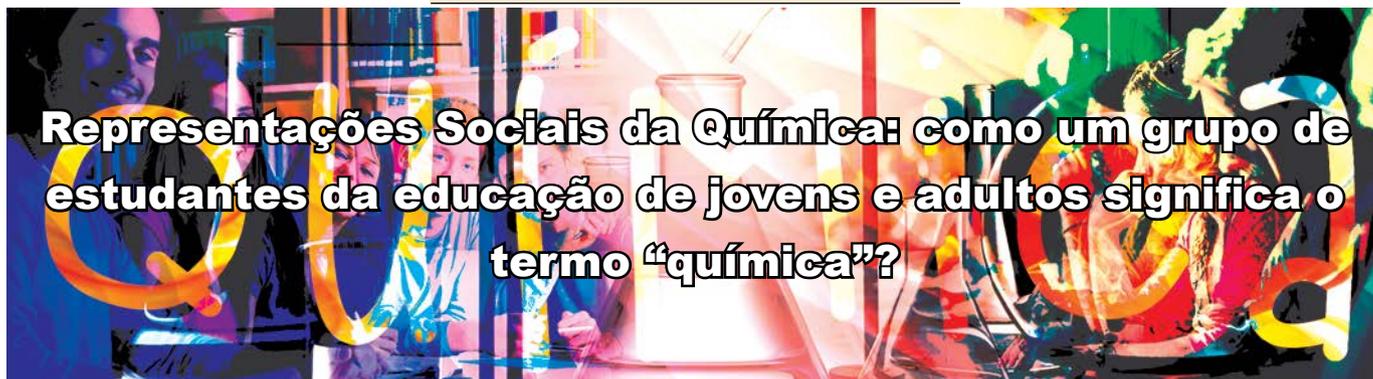
LAYTER, M.B; et al. Análise da avaliação apresentada nos trabalhos de Jogos Didáticos do ENEQ In: I Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química. *Anais*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2014.

LEONTIEV, A. N. Os princípios psicológicos da brincadeira pré-escolar. In: VIGOTSKI, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 2012.

PRESTES, Z. *Quando não é quase a mesma coisa: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil*. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

Abstract: *Games in Chemistry Teaching: Considerations from the Cultural Historical Psychology.* Games and play activities are increasingly present in chemistry classrooms and academic researches. However, many of these practices and papers lack a consistent theoretical framework supporting the practice of games in the classroom and researches about it. In order to contribute to the use of games in chemistry teaching, this article aims to present some theoretical contributions from the Cultural Historical Psychology to this research line. Considering this theoretical perspective, we argue that the use of games in chemistry classes needs to highlight the scientific knowledge, which must be central in educational games. We also advocate that the use of games should always be considered as an auxiliary strategy to promote the learning of scientific concepts in chemistry classes, and never as the main activity.

Keywords: games, cultural historical psychology, chemistry teaching



Camila S. Pereira e Daisy B. Rezende

O termo “química” apresenta significação ampla e polissêmica, abrangendo a vida cotidiana dos estudantes, ambiente escolar e conhecimentos científicos. Nesse sentido, objetiva-se identificar como esse termo se apresenta nas representações sociais de um grupo de estudantes da Educação de Jovens e Adultos do município de São Paulo. Para isso, utilizou-se como suporte teórico-metodológico a Teoria das Representações Sociais. Os dados foram obtidos a partir de questionário utilizando-se da técnica de livre associação de palavras, seguida de sua hierarquização. A técnica de Análise de Conteúdo permitiu identificar e compreender as relações estabelecidas para o termo pesquisado. Identificou-se uma representação social organizada na vivência escolar formal com restritas relações ao conhecimento de senso comum. Isso devido, possivelmente, aos métodos de ensino, currículo e materiais didáticos utilizados durante as aulas, muitas vezes inadequados aos objetivos e público.

► representação social, química, Educação de Jovens e Adultos ◀

Recebido em 08/12/2014, aceito em 05/01/2016

369

O Ensino na Educação de Jovens e Adultos

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade de educação voltada para pessoas que não completaram seus estudos na idade considerada adequada pela legislação brasileira, seja por motivos de desistência, reprovação ou dificuldade de acesso ao sistema educativo. Essa modalidade de ensino é orientada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a EJA (DCN/EJA; Brasil, 2000), as quais definem diversos aspectos relacionados à estrutura de curso, avaliação e currículo, entre outros.

No que se relaciona ao currículo, a legislação orienta para a utilização de propostas diferenciadas, que valorizem os

Assim como no ensino regular, a maioria das instituições onde se disponibiliza a EJA não possui um currículo elaborado especificamente para esse público alvo.

Muitos dos currículos praticados são estruturados a partir das recomendações gerais, sem que o conteúdo sofra recortes, seleção ou quaisquer outras adequações ao público específico a que o curso se dirige, ou seja, utilizam-se os conteúdos gerais, não existindo escolha de tópicos contextualizados à realidade dos estudantes da EJA.

conhecimentos particulares dos estudantes, adquiridos ao longo da vida, respeitem a autonomia de cada indivíduo e vinculem o conhecimento escolar ao cotidiano do grupo.

Assim como no ensino regular, a maioria das instituições onde se disponibiliza a EJA não possui um currículo elaborado especificamente para esse público alvo. Muitos dos currículos praticados são estruturados a partir das recomendações gerais, sem que o conteúdo sofra recortes, seleção ou quaisquer outras adequações ao público específico a que o curso se dirige, ou seja, utilizam-se os conteúdos gerais, não existindo escolha de tópicos contextualizados à realidade dos estudantes da EJA. Assim, não é de

espantar que muitos desses alunos encarem o ensino da Química como um processo onde é fundamental a memorização de definições e fórmulas e a utilização de algoritmos matemáticos descontextualizados (Rodrigues e Silva, 2008; Rodriguez e Rodriguez, 2008).

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.

Apesar de vários aspectos da vida e do cotidiano dos indivíduos serem explicáveis no contexto da química, ela frequentemente é vinculada apenas ao ambiente escolar, abordando teorias e cálculos matemáticos, ou, quando contextualizada, geralmente é relacionada a algo não natural, prejudicial e danoso ao meio ambiente e à saúde, sem muitas outras relações com o dia a dia de cada um.

Nesse sentido, diversas pesquisas relatam que a superação do modelo de ensino tradicional pode contribuir para a melhoria do aprendizado, como, por exemplo, mostra o trabalho de Rodrigues e Silva (2008), que defendem a apresentação de conceitos científicos através da abordagem de problemas reais e contextualizados no cotidiano dos estudantes, empregando linguagem científica e matemática. Segundo esses autores, esse tipo de abordagem facilita o ensino e melhora a aprendizagem dos estudantes, pois possibilita sua participação ativa e a valorização dos conhecimentos que esses estudantes já possuem. Esse estudo está de acordo com diversos outros (Madeira *et al.*, 2009;

As representações sociais são construídas a partir da interação e comunicação dos indivíduos no contexto dos grupos sociais a que pertencem. Além de serem conceitos com características e funções práticas de auxílio na construção da realidade dos indivíduos e grupos, eles auxiliam a organização das condutas dos indivíduos dos grupos.

Mello e Ribeiro, 2009; Pinheiro e Silva, 2006) que defendem a necessidade de integração entre conteúdos trabalhados em sala de aula e o cotidiano dos estudantes, para que haja maior significação dos conceitos, além de incentivo à aprendizagem. A incorporação de práticas coletivas, associação aos saberes populares e a estimulação do espírito crítico auxiliam o processo de aprendizagem, pois, dessa forma, os estudantes conseguem perceber que a compreensão de conceitos da química pode ser útil e significativo para suas vidas.

A Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici

A Teoria das Representações Sociais foi elaborada por Serge Moscovici (1961/1976) a partir de ideias apresentadas por diversos autores de campos diferentes, como Piaget, Lévy-Bruhl e Durkheim.

Moscovici não apresenta uma definição fechada para as representações sociais, visto que, segundo ele, ao fazer isso, poder-se-ia, eventualmente, reduzir o alcance conceitual dessa teoria, pois ela engloba uma série de outros conceitos com abrangências específicas e restritas (Sá, 1996). Diversos autores vêm, ao longo dos anos, “fechando” o conceito de representações sociais, na tentativa de, sem divergir de seu sentido geral, apresentar significações mais delimitadas. Moscovici, *a priori*, delimita as representações sociais como um conhecimento equivalente ao conhecimento de senso comum, aos mitos e crenças, construído no âmbito dos grupos sociais, a partir da interação e comunicação cotidiana entre os indivíduos (Sá, 1998). Jodelet (2001) define as representações sociais como sendo um conhecimento com objetivo prático, elaborado e compartilhado socialmente, que auxilia e contribui na construção de uma realidade comum ao

grupo, sendo equivalente ao conhecimento de senso comum. Mesmo se distinguindo do conhecimento científico, segundo a autora, é um objeto de estudo tão legítimo quanto este, visto auxiliar na compreensão dos processos cognitivos e das interações sociais (Jodelet, 2001). As representações sociais são construídas a partir da interação e comunicação dos indivíduos no contexto dos grupos sociais a que pertencem. Além de serem conceitos com características e funções práticas de auxílio na construção da realidade dos indivíduos e grupos, eles auxiliam a organização das condutas dos indivíduos dos grupos. Apesar de indivíduos isolados não construírem representações sociais de conceitos ou objetos, no grupo

eles têm sua parte na elaboração de representações sociais através de opiniões, posturas, comunicações e ações (Mazzotti, 1997).

A elaboração das representações sociais é constituída por dois processos distintos, relacionados a uma estrutura de dupla natureza – conceitual e figurativa, denominados ancoragem e objetivação (Moscovici, 2003). O processo de objetivação é a operação na

qual se dá forma ao conhecimento, tornando-o concreto e tangível, ou seja, é o processo no qual, através da formação de imagens mentais, os conceitos abstratos são simplificados, imaginados e diagramados, de forma a transformá-los em concretos, se tornando óbvios e naturais (Spink, 1995; Ordaz e Vala, 1997; Arruda, 2002; Rateau *et al.*, 2012). A ancoragem, processo complementar à objetivação, é o modo pelo qual o conceito estranho é integrado a um sistema de pensamento já existente, familiar ao indivíduo, ou seja, o indivíduo, recorrendo a seu conhecimento pré-existente, busca a melhor interpretação do novo conceito, incorporando-o à sua rede de conhecimentos mais familiares (Spink, 1995; Arruda, 2002; Rateau *et al.*, 2012).

O estudo das representações sociais tem sido de grande importância por elas expressarem o conhecimento dos grupos, possibilitando o estudo e compreensão de sua cultura e da dinâmica das interações e práticas sociais (Wachelke, 2005), através da identificação das visões de mundo compartilhadas no âmbito dos grupos sociais (Abric, 1994).

Nem todos os conceitos e objetos com que os indivíduos têm contato geram representações sociais, assim como nem todos os grupos possuem representação social sobre determinado objeto. Nesses casos, o que pode ser encontrado, são pensamentos, ideias, informações e opiniões sobre o determinado objeto, sem que isso seja caracterizado como uma representação social (Garcia, 1988).

Aspectos Metodológicos: coleta e tratamento de informações

A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do Ensino Médio da EJA (n=186) de cinco escolas da rede pública estadual de ensino do município de São Paulo (SP).

A coleta de informações para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada através de questionário aberto, com o emprego da técnica de livre associação de palavras e hierarquização, a partir de termo indutor. Essa técnica, por se tratar de uma metodologia com caráter espontâneo, permite que os elementos mais marcados na lembrança dos indivíduos sejam evidenciados com maior facilidade do que em uma entrevista ou produções discursivas. Juntamente com as questões de hierarquização e justificativa das palavras evocadas, essa técnica também reduz o nível de interpretação do pesquisador durante a análise das informações coletadas, visto que são os sujeitos pesquisados que justificam, explicam, compararam e hierarquizaram suas próprias contribuições (Abric, 1994), cabendo ao pesquisador organizar as informações fornecidas pelos participantes. O termo indutor utilizado na presente pesquisa – “química” – foi escolhido por possuir caráter amplo e polissêmico, abrangendo significados variados que englobam desde a vida cotidiana dos estudantes, ao ambiente escolar e aos conhecimentos científicos. Esse termo possibilita identificar as relações feitas entre o saber científico, adquirido, principalmente, no ambiente escolar, e o saber comum, adquirido nas relações cotidianas e informais.

Resultados e Discussão

O tratamento e análise das informações obtidas a partir dos questionários foram realizados a partir da técnica de análise categorial, uma vertente da análise de conteúdo (Bardin, 2000). Essa técnica permitiu organizar e analisar as respostas dadas à questão de evocação livre de palavras através de um processo de diferenciação e reagrupamento das evocações segundo critérios semânticos previamente definidos (Franco, 2008).

O material coletado forneceu 524 evocações, distribuídas entre 233 palavras diferentes, as quais, submetidas à análise categorial (Bardin, 2000), foram organizadas segundo sua pertinência (ou não) ao conhecimento formal (escolar) e suas relações.

De modo geral, foi identificada alta frequência de evocação de palavras relacionadas ao conhecimento formal/escolar ($n=340/f=65\%$), sendo que, ao observar a distribuição dessas evocações dentro das subcategorias relacionadas ao conhecimento formal, identifica-se que pouco mais de um terço ($n=129/f=38\%$) das evocações alocadas nesta categoria se relaciona diretamente com conteúdos químicos escolares, além de cerca de 15% ($n=51$) das evocações se relacionarem a elementos químicos e substâncias, categoria que também se relaciona ao conhecimento escolar da química.

No que se refere à categoria relacionada ao conhecimento comum/não formal ($n=184/f=35\%$), destacam-se evocações que remetem a materiais e objetos ($n=10/f=5,5\%$). Em sua maioria, os objetos e materiais listados pelos estudantes remetem à manipulação humana, o que nos leva a concluir que a maioria dos estudantes participantes da pesquisa relaciona química a materiais e substâncias fabricados pelo homem, como produtos de limpeza e higiene, drogas e cosméticos,

sendo que os materiais tidos como “naturais” não possuem relação com a química.

Ao analisar as evocações do grupo de estudantes distribuídos por série escolar (Figuras 1 a 3), observa-se que, embora a categoria relacionada ao conhecimento formal sempre seja a que tem maior destaque, há um decréscimo da mesma ao longo da seriação e um aumento de evocações alocadas na categoria relacionada ao conhecimento comum, principalmente entre o 1º e 2º anos do Ensino Médio. Essa alteração nas características das evocações ao longo da seriação pode estar relacionada à natureza dos conteúdos tradicionalmente abordados nos três anos do Ensino Médio: enquanto, no 1º ano, são abordados temas de natureza microscópica e teórica (e.g. modelo atômico), no 2º ano, apesar de necessitarem de compreensão microscópica da Química, os temas apresentam maior relação com o cotidiano por abordarem processos comuns e visualizáveis (e.g. eletroquímica e cinética química), e, no 3º ano (e.g. química orgânica), os temas abordados permitem grande relação com tópicos do cotidiano, através do petróleo, produtos naturais, alimentos e meio ambiente.

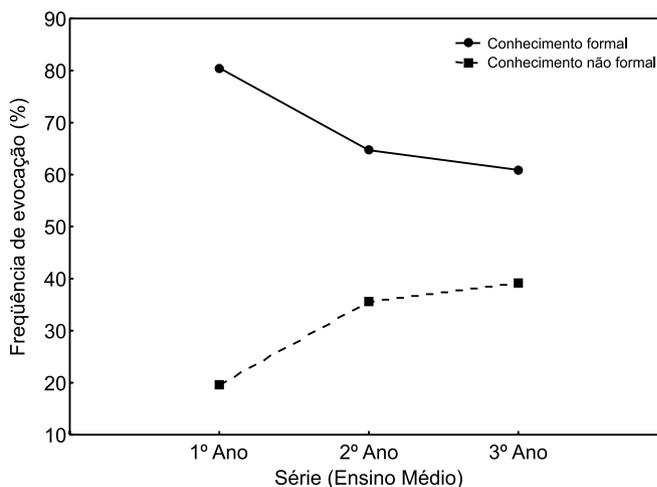
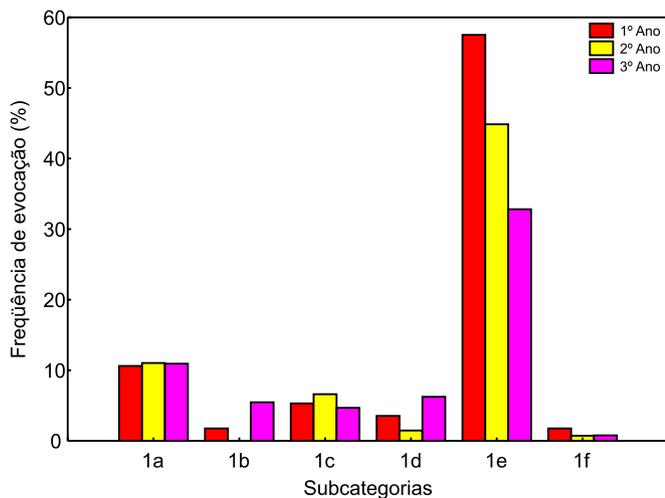


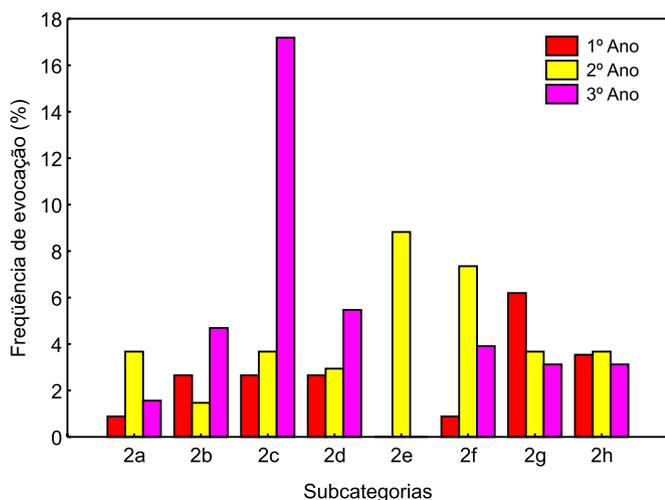
Figura 1: Distribuição das evocações (em termos de frequência) nas categorias elaboradas, de acordo com as séries.

No que concerne à distribuição das subcategorias ao longo da seriação, ela, em sua maioria, permanece uniforme (Figuras 2 e 3), sendo observada uma redução constante de evocações que remetem a conceitos químicos conforme é aumentada a escolaridade do grupo. No 2º ano, há um aumento significativo em evocações relacionadas a sentimentos e opiniões sobre a disciplina escolar química, enquanto, no 3º ano, essas evocações desaparecem, dando lugar a evocações relacionadas a materiais manipulados pelo homem. Considerando os conteúdos tradicionalmente abordados ao longo dos três anos do Ensino Médio, o aumento de evocações relativas ao conhecimento comum seria atribuível ao fato dos conteúdos em si apresentarem, gradativamente, maior relação com o cotidiano, mesmo não sendo abordados no âmbito de um contexto. Além disso, são menos abstratos do que os conteúdos do primeiro ano, o que, em princípio, deveria reduzir as dificuldades de compreensão.



(1) *Categoria Conhecimento Formal*: **1a**: Elementos químicos e Substâncias; **1b**: Ambiente escolar; **1c**: Ferramentas; **1d**: Outras disciplinas; **1e**: Conceitos Químicos; **1f**: Outros;

Figura 2: Frequência de evocação das palavras nas subcategorias elaboradas para a categoria Conhecimento Formal, organizadas em função da série escolar.



(2) *Categoria Conhecimento não-formal*: **2a**: Desenvolvimento e Trabalho; **2b**: Meio Ambiente; **2c**: Materiais; **2d**: Vida e Saúde; **2e**: Sentimentos; **2f**: Opinião sobre a disciplina Química; **2g**: Requisitos e posturas; **2h**: Outros.

Figura 3: Frequência de evocação das palavras nas subcategorias elaboradas para a categoria conhecimento não formal, organizadas segundo série escolar.

Essas informações, tanto em nível geral quanto nos grupos por série, nos indicam que, possivelmente, durante o processo de escolarização desses estudantes, poucas foram as relações estabelecidas entre o conhecimento apresentado na escola e a realidade fora dela. Possivelmente, por ausência, escassez ou inadequação de contextualizações e relações dos conteúdos abordados nessa disciplina e o cotidiano desses indivíduos. Apesar de ser estudada de maneira formal somente na escola, a química poderia se fazer presente no cotidiano de todos, contribuindo para uma interpretação mais adequada de vários aspectos do dia a dia. Para Madeira *et al.*

(2009), essa desvinculação entre vida e escola se contrapõe às necessidades dos indivíduos, diante do desenvolvimento científico-tecnológico atual, em que a aquisição de conhecimentos científicos (inclusive conhecimentos químicos) é indispensável à formação de cidadãos críticos.

Apesar de não ter sido um objetivo central identificar os componentes afetivos relacionados à disciplina química em nossa pesquisa, como fizeram Custódio e Modesto Júnior (2009), é possível identificar, nas evocações dos estudantes, diversos sentimentos e opiniões a respeito da química como disciplina. A análise das evocações pode sugerir como essa disciplina é vista pelos estudantes e como eles se relacionam com ela. Sentimentos negativos apresentados pelos estudantes, como achar a química “chata”, “complicada” e “difícil”, poderiam atuar de maneira negativa no aprendizado dos estudantes e na relação destes com a disciplina Química. Segundo Custódio e Modesto Júnior (2009), esses sentimentos negativos, que são assimilados e experienciados sempre que os indivíduos são colocados em contato com a disciplina, os levam a ter resistências e bloqueios no aprendizado dela.

Considerações Finais

Tanto a literatura especializada, quanto a legislação, indicam que a valorização dos conhecimentos dos estudantes durante o processo formativo e a contextualização dos saberes escolares à realidade social são pontos importantes para os processos de ensino e aprendizagem. Entretanto, atualmente há uma grande disparidade entre as orientações legais e a realidade encontrada nas unidades de ensino. Usualmente, são encontradas diversas dificuldades e barreiras, relacionadas a fatores diversos, sendo que, durante o processo formativo, o estudante depara-se com materiais didáticos e metodologias inadequadas, má escolha e falta de contextualização de conteúdos, e desconsideração de suas habilidades e conhecimentos prévios (Oliveira e Eiterer, 2008).

Nesse sentido, nos parece necessário e importante conhecer a realidade e as vivências dos estudantes, seus valores e os conhecimentos que adquiriram em seu percurso de vida, de modo que sejam utilizados como referência para a elaboração ou seleção de métodos de ensino, currículo e materiais didáticos adequados ao público de destino, de forma a favorecer a articulação entre o conhecimento escolar e o contexto do grupo para propiciar um ensino útil e efetivo à vida desses estudantes.

Nossos resultados indicaram um grande abismo entre o conhecimento científico, apresentado na escola, e o conhecimento comum, adquirido nas relações e experiências cotidianas. A representação desse grupo de estudantes está organizada, majoritariamente, na vivência escolar formal, sendo que os elementos do cotidiano, embora presentes, tiveram pouco destaque. Essa representação fortemente vinculada ao conhecimento formal/escolar pode ser justificada pela inadequação do material didático e do currículo à realidade de cada escola, bem como dos métodos de ensino ao grupo de estudantes. Em geral, há desvalorização dos

conhecimentos prévios e habilidades dos estudantes, e excessiva utilização de conteúdos, teorias, cálculos e exercícios descontextualizados da realidade específica de cada grupo/indivíduo. Este conjunto de fatores torna os processos de ensino e aprendizado desconectados da realidade dos indivíduos, dificultando a percepção de que vários fatos da vida e ocorrências no ambiente que nos cerca poderiam ser mais bem compreendidos e analisados se fossem considerados os princípios e o pensar da Química (Schnetzler, 2002; Krasilchik, 2000).

Quando não relacionado à escola ou à disciplina escolar, o termo *química* foi constantemente vinculado a materiais e substâncias oriundos da manipulação/interferência humana, como produtos utilizados em limpeza e higiene, cosméticos, automóveis e drogas. Os resultados encontrados sugerem que, para os sujeitos da pesquisa, a Química não se aplica ou se refere ao que é natural, ou seja, eles pouco percebem a existência de relações entre química e produtos, entes ou corpos encontrados na Natureza.

Ao longo da escolarização, observa-se uma progressiva redução nas evocações referentes ao conhecimento formal e, simultaneamente, um aumento nas evocações relativas ao conhecimento não formal. Esse fato é observado, principalmente, entre o 1º e 2º anos do Ensino Médio e, no 3º ano, a relação entre os dois tipos de evocações se equipara. Relacionamos esta mudança no caráter das evocações às características dos conteúdos geralmente abordados ao longo dos três anos escolares. Para nós, essa alteração pouco se relaciona com metodologias, materiais didáticos ou currículos

mais adequados, mas sim, com as diferentes naturezas dos conteúdos geralmente abordados durante o Ensino Médio. Sendo assim, a redução da quantidade de evocações relativas ao conhecimento escolar/formal nos parece natural, não implicando, necessariamente, em influências positivas provenientes dos materiais e métodos didáticos empregados.

O conjunto de dados obtido permite supor que essa representação pautada no conhecimento escolar seja estruturada por métodos de ensino, currículo e materiais didáticos inadequados utilizados durante as aulas de Química, e até de outras disciplinas escolares. Sendo assim, mudanças nas práticas realizadas em sala de aula, sejam de metodologias, currículo ou materiais didáticos, possibilitariam que as representações sociais dos estudantes fossem ampliadas. Para adequar tais elementos da escolarização e articulá-los aos conhecimentos adquiridos ao longo da vida, é necessário conhecer as vivências e conhecimentos dos estudantes, de forma que o ensino de Química se torne mais efetivo e útil a suas vidas. Nesse sentido, investigações sobre as representações sociais dos estudantes podem trazer uma contribuição importante para a proposição de novas estratégias de ensino, que favoreçam a aprendizagem.

Camila Strictar Pereira (camilastrictar@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), doutora em Ensino de Ciência (habilitação: Ensino de Química) pelo Programa de PósGraduação Interunidades em Ensino de Ciências (PIEC) da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP - BR. **Daisy de Brito Rezende** (dbrezend@gmail.com), doutora em Química Orgânica pela USP, é docente do Instituto de Química (USP) e orientadora do PIEC/USP. São Paulo, SP - BR.

Referências

ABRIC, J.-C. *Jeux, conflits et représentations sociales*. (Tese de Doutorado) Aix-en-Provence: L'Université de Provence, 1976. _____ (ed.). *Pratiques sociales et représentations*. Paris: PUF, 1994.

_____. *A abordagem estrutural das representações sociais*. In: Moreira, A. S. P. & Oliveira, D. C. (org.), *Estudos interdisciplinares de representações sociais*. Goiânia: AB, p. 27-38, 2000.

ARRUDA, A. *Teoria das representações sociais e teorias de gênero*. Cadernos de Pesquisa, nº 117, p. 127 – 147. Novembro/2002.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, tradução L. A. Reto & A. Pinheiro, 2000.

BRASIL. Resolução CNE/CEB Nº 1, de 5 de julho de 2000. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos*.

CUSTÓDIO, J. F.; MODESTO JÚNIOR, J. M. *Núcleo central e componentes afetivos das representações sociais de estudantes do Ensino Médio sobre física*. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.

FRANCO, M. L. P. B. Representações sociais, ideologia e desenvolvimento da consciência. *Caderno de pesquisa*, v. 34, n. 121, p. 169-186, jan./abr. 2004.

FRANCO, M. L. P. B. *Análise de Conteúdo*. 3ª Edição, Brasília: Liber Livro Editora, 2008.

GRACIA, T. I. (org.). *Ideologías de la vida cotidiana*. Barce-

lona: Sendai, 1988.

JODELET, D. (org). *As representações sociais*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. São Paulo em Perspectiva, v.14, n.1, p.85-93, 2000.

MADEIRA, K. L.; SOUZA, L. S.; FREITAS, T. M. N.; BARBOSA, S. C.; AYRES, M. C. C. *Concepções dos alunos sobre o ensino de química na Educação de Jovens e Adultos (EJA)*. II Simpósio de Produtividade em Pesquisa e II Encontro de Iniciação Científica do IFPI, 2009, Piauí.

MAZZOTTI, T. B. Representação social de “problema ambiental”: uma contribuição à educação ambiental. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Brasília: INEP, v.78, n.188/189/190, p.86-123, jan/dez, 1997.

MELLO, I. C.; RIBEIRO, M. T. D. La Educación de Jóvenes y Adultos y la enseñanza de Química em Mato Grosso, Brasil. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, v.75, p. 196-208, 2009.

MOSCOVICI, S. *La psychanalyse, son image, son public*. Paris: PUF.1961/1976.

_____. *Representações Sociais: Investigação em Psicologia Social*. Petrópolis: Vozes. 2003.

OLIVEIRA, P. C. S.; EITERER, C. L. *Evasão escolar de alunos trabalhadores da EJA*. 1º Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica, Belho Horizonte, Minas Gerais, 2008.

ORDAZ, O.; VALA, J. *Objectivação e ancoragem das representações sociais do suicídio na imprensa escrita*. In: Moreira,

A. S. P. & Oliveira, D. C. (Org.), *Estudos interdisciplinares de representações sociais*. Goiânia: AB, p. 27-38, 2000.

PINHEIRO, J. S.; SILVA, R. M. G. *Movimento de ideias: aulas de Química na EJA*. 29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia, São Paulo, 2006.

RODRIGUEZ, B. L.; RODRIGUEZ, F. R. P. *A química na Educação de Jovens e Adultos do CEFET-ES: Um Currículo que Faça Sentido para o Estudante*. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, Paraná, 2008.

RODRIGUES, C.; SILVA, P. S. *A química e a Educação de Jovens e Adultos: desenvolvimento de um projeto temático: percepções de uma professora*. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba, Paraná.

SÁ, C. P. *Núcleo central das representações sociais*. Petrópolis: Vozes, 1996.

_____. *A construção do objeto de pesquisa em representações sociais*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.

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

SILVA, M. A. E. *As Representações sociais de queima e combustão*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SPINK, M. J. (org.). *O Conhecimento no Cotidiano: as representações Sociais na Perspectiva da Psicologia Social*. São Paulo: Brasiliense, 1995.

WACHELKE, J. F. R. O vácuo no contexto das representações sociais: uma hipótese explicativa para a representação social da loucura. *Estudos de Psicologia*, v.10, n.2, p. 313-320, 2005.

Para saber mais

ALMEIDA, A. M. O.; SANTOS, M. F. S.; TRINDADE, Z. A. (org.). *Teoria das representações sociais - 50 anos*. Brasília: Technopolitik, 2011.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. Social Representations Theory: A progressive research programme for Social Psychology. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, vol. 38, n. 4, p. 335 – 353, 2008.

DI PIERRO, M. C.; JOIA, O.; RIBEIRO, V. M. Visões da Educação de Jovens e Adultos no Brasil. *Caderno Cedes*, ano XXI, nº 55, 2001.

HOWARTH, C. A social representation is not a quiet thing: Exploring the critical potential of social representations theory. *British Journal of Social Psychology*, n. 45, p. 65–86, 2006.

MADEIRA, M. C. *Representações Sociais e Educação: algumas reflexões*. Natal: Edufrn, 1998, p. 146.

MOSCOVICI, S. *A Representação Social da Psicanálise*. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 1978.

SPINK, M. J. (org.). *Práticas discursivas e produção de sentidos no cotidiano: aproximações teóricas e metodológicas*. São Paulo: Cortez, 1999.

Abstract: *Social representations of chemistry: how a group of students of youth and adult education means the word “chemistry”?* The word “chemistry” has broad and polysemic meaning, ranging from the daily lives of students, school environment and scientific knowledge. The present work aims to identify how this term appears in the social representation of a group of students of Youth and Adult Education in São Paulo. Theoretical and methodological support for this research was found in the Theory of Social Representations. Data were obtained from a questionnaire using the technique of free association of words, followed by their hierarchization. The content analysis technique allowed identifying and understanding the relationships established for the search term. An organized social representation in formal school experience with relations restricted to the common-sense knowledge was observed. Such results are possibly due to teaching methods, curriculum and learning materials used in class, which are often inadequate to the intended purposes and public.

Keywords: social representation, chemistry, youth and adult education



Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental

Danilo Oliveira do Nascimento de Andrade, Natália Bruzamarello Caon Branco e Fábio Peres Gonçalves

Ao longo dos anos, várias pesquisas têm apontado a possibilidade de se utilizar coagulantes biodegradáveis nos processos de tratamento de água. Nessa perspectiva, este trabalho apresenta uma proposta de atividade experimental que simula parte do processo de tratamento de água, substituindo coagulantes com alumínio por ácido tânico, que é biodegradável. A proposta foi avaliada por licenciandos em Química que apontaram sua potencialidade para favorecer discussões acerca das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e também o ensino explicitamente articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

► experimentação, tratamento de água, CTS ◀

Recebido em 12/10/2015, aceito em 16/06/2016

375

Problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem acerca da temática “tratamento de água” têm sido apontados na literatura. Toquette *et al.* (2012), ao investigarem o conhecimento de estudantes de Ensino Médio a respeito do tema, identificaram que eles possuem ideias contraditórias sobre o referido processo. Por exemplo, os alunos consideram que a adição de produtos químicos na água, em uma estação de tratamento, tornaria a água tratada mais impura e imprópria para o consumo em relação à que chega à estação. Nisso subjaz, como ressalta Lake (2005), o entendimento de que o adjetivo químico está associado a algo que afeta indevidamente a pureza. De outra parte, o autor aponta também que os termos puro e natural podem ser vinculados àquilo que é “bom”, de tal sorte que essa compreensão mereceria ser questionada em processos educativos, assim como aquela de que a Química altera sempre de forma indesejável a pureza.

Em outra pesquisa, sobre a abordagem da temática “tratamento de água” em livros didáticos de Química brasileiros, Toquette e Gonçalves (2014) sinalizam a necessidade de se desenvolver, nesses materiais, abordagens relativas à temática, mas que se distanciem de uma ideia salvacionista

da Ciência e da Tecnologia. De acordo com os autores, os livros didáticos, em geral, não questionam a utilização de sulfato de alumínio como coagulante no tratamento de água e as possíveis relações do seu uso com a incidência do Mal de Alzheimer — doença cerebral degenerativa e progressiva.

Face ao exposto, entende-se necessária a proposição de atividades que possam colaborar no enfrentamento desses problemas. Logo, o presente trabalho tem como objetivo expor uma proposta de experimento sobre tratamento de água que utiliza um coagulante biodegradável. A proposta foi desenvolvida com licenciandos em Química que avaliaram a potencialidade do experimento para abordar interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A análise da avaliação será aqui apresentada.

Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade

O estudo das relações CTS tem sido fomentado no âmbito do Ensino de Ciências da Natureza. Uma das contribuições desse estudo reside na formação de estudantes para o exercício da cidadania (Santos; Mortimer, 2001) e para compreender a Ciência como constituinte da cultura (Santos, 2009).

Entende-se também que a abordagem CTS pode subsidiar o questionamento de construções históricas sobre a atividade científica e tecnológica, a saber: a visão salvacionista; a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; o determinismo tecnológico (Auler; Delizoicov, 2006). De forma sintética, a

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.

perspectiva salvaçãoista se caracteriza pela crença na Ciência e na Tecnologia como promotoras incondicionais do progresso e da solução dos problemas da humanidade. No modelo de decisões tecnocráticas, a responsabilidade exclusiva na tomada de decisão sobre assuntos que envolvem conhecimentos científicos e tecnológicos recai sobre os especialistas. Já a tese do determinismo tecnológico está associada à compreensão de que a mudança tecnológica é causa da transformação social, enquanto a tecnologia é autônoma. De outra parte, é importante reconhecer, como salientam Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), que os trabalhos fundamentados em abordagem CTS se articulam com diferentes bases teóricas.

Nessa diversidade, é possível encontrar na literatura trabalhos que apresentam propostas de experimentos relacionadas a diversas abordagens. Por exemplo, pode-se citar Paixão *et al.* (2006), que relatam o desenvolvimento de um projeto na componente curricular Química, com estudantes portugueses, abrangendo o tema “tingimento tradicional e tingimento oriundo de processo industrial”. O projeto envolveu a realização de experimentos associados ao tingimento, cujo processo se articula com discussões sobre as interações CTS. Em outro trabalho, Paixão (2004) propõe igualmente uma proposta de experimento articulada com abordagem CTS relacionada a conteúdos de Química no âmbito da educação portuguesa. Em ambas as propostas se procura tratar de problemáticas locais que se relacionam com conhecimentos científicos e tecnológicos.

Portanto, a promoção de atividades experimentais, em sintonia com abordagens CTS, pode colaborar para o Ensino de Química e, logo, para a formação de sujeitos críticos quanto a problemáticas presentes na sociedade, que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos.

Proposta de experimento

Geralmente, utiliza-se o sulfato de alumínio como coagulante no tratamento de água (Grassi, 2001). Todavia, pesquisas apontam que altas concentrações de alumínio na água, decorrentes, por exemplo, do processo de tratamento em estações, podem estar relacionadas com a incidência do Mal de Alzheimer (Freitas; Brilhante; Almeida, 2001). Portanto, a utilização do sulfato de alumínio precisa ser discutida, bem como possíveis alternativas ao uso dessa substância. Uma alternativa apontada na literatura são os taninos (Mangrich *et al.*, 2014).

Diante disso, se elaborou e desenvolveu uma proposta de experimento com ácido tânico (tanino) no processo de coagulação e floculação, com embasamento em trabalhos já realizados sobre atividades experimentais relativas ao tratamento de água com sulfato de alumínio/sulfato duplo de alumínio e potássio (Maia; Oliveira; Osório, 2003), bem como a respeito da utilização de taninos nesse tratamento (Mangrich *et al.*, 2014).

Além disso, foram considerados aspectos importantes

Quadro A: Proposta de atividade experimental

<p>Tratamento de água: o papel do coagulante biodegradável</p> <p>Questões de estudo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como promover o tratamento de água para a obtenção de água potável? - Qual é a importância do tratamento de água? - Quais as vantagens e desvantagens do uso de sulfato de alumínio no tratamento de água? - Você saberia dizer se existe(m) outro(s) reagente(s) que desempenha(m) o mesmo papel do sulfato de alumínio? Caso afirmativo, cite. <p>Responda individualmente, e por escrito, as questões acima e, em seguida, discuta as respostas em pequenos grupos (até quatro integrantes), no tempo estipulado pelo professor. Por fim, cada grupo socializará as suas respostas em uma discussão com toda a turma.</p> <p>Leia o texto abaixo.</p> <p>Adaptado de: http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/noticia/2008/09/exames-apontam-excesso-de-aluminio-na-agua-em-cinco-pontos-de-florianopolis-2170796.html</p> <p><i>Exames apontam excesso de alumínio na água em cinco pontos de Florianópolis</i></p> <p>A água consumida por moradores de cinco regiões de Florianópolis está com uma quantidade de alumínio superior ao permitido por lei. Os resultados das análises da Vigilância Sanitária do Estado foram divulgados nesta terça-feira.</p> <p>Os exames foram feitos na segunda-feira, por determinação do Ministério Público, depois que moradores de um condomínio no bairro Agrônoma denunciaram o excesso de alumínio na água fornecida pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan).</p>	<p>O limite da substância na água é de 0,20 mg por litro. Nas análises feitas pela Vigilância Sanitária, todos os pontos apresentaram concentração maior que o permitido.</p> <p>No bairro Saco Grande, foi registrado 0,42 mg por litro. Na Avenida Irineu Bornhausen, onde fica o condomínio, 0,50. Na Rua João Pio Duarte Silva, no bairro Pantanal, foram encontrados 0,33 mg por litro. Na Rua Deputado Antônio Edu Vieira, 0,40, e na Rua Visconde de Ouro Preto, na Trindade, 0,34.</p> <p><i>Especialistas estudam relação entre alumínio e doenças neurodegenerativas.</i></p> <p>Segundo a farmacêutica bioquímica e responsável pelo laboratório de Imunohistoquímica do Hospital Universitário, Cláudia Figueiredo, além de problemas de gastrite, os pesquisadores estudam se existe relação entre o consumo excessivo de alumínio e o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas, como Parkinson e Alzheimer.</p> <p>Os pacientes que têm doenças neurodegenerativas têm uma quantidade maior de alumínio nas células do sistema nervoso que as pessoas que não tem este tipo de doença. Mas ainda não há uma comprovação de que o teor elevado é provocado pelo consumo ou pelo próprio metabolismo das células.</p> <p>- Já existem pesquisas tentando relacionar o excesso do consumo de alumínio a longo prazo, principalmente na água, com a ocorrência desse tipo de doença neurodegenerativa.</p> <p>Além de ingerido pela água, o alumínio também pode ser absorvido pelo corpo na alimentação e através da pele, no banho. Também existem ambientes em que as pessoas trabalham mais expostos à substância.</p> <p>Somando tudo isso, mais o consumo na água, poderia ser um fator predisponente ao desenvolvimento de doenças.</p>
--	---

Atividade

- Explícite os seus comentários sobre o texto e os discuta com a turma, sob a orientação do professor.

Atividade extraclasse

- Cada dupla deverá trazer 2 (dois) filtros de papel para café (qualquer tamanho) para a realização do experimento.

Materiais e reagentes

- 2 béqueres de aproximadamente 180 mL (recipiente de plástico);
- 1 funil de vidro (funil de plástico);
- 2 filtros de papel para café;
- 1 pipeta de 1 mL (seringa);
- 1 béquer de 50 mL (recipiente de plástico);
- 1 bastão de vidro (colher);
- 1 garra em forma de argola (gargalo de garrafa PET);
- 1 suporte universal (garrafa PET cortada ao meio);
- água a ser clarificada, obtida dispersando 1 g (aproximadamente uma colher pequena) de terra em 100 mL água da torneira (visando evitar acidentes ou contaminações, não se recomenda o emprego de água turva natural de rio ou represa);
- solução aquosa de Ca(OH)_2 ($0,02 \text{ mol L}^{-1}$), preparada a partir de cal virgem (cal comercial);
- solução de ácido tânico (20 g L^{-1}). No preparo da solução, é indicado o valor de 2% de massa em 100% de volume, ou seja, medir a massa de 2 g de ácido tânico para preparar 100 mL de solução;
- carvão ativado;
- algodão;
- areia seca.

Procedimento experimental

- misturar 1 g (aproximadamente uma colher pequena) de terra em 100 mL de água da torneira;
- filtrar a água barrenta a ser clarificada, utilizando papel filtro de café;
- adicionar 1 mL (aproximadamente 4 gotas) de solução de ácido tânico ao filtrado. Agitar;

d) em seguida, acrescentar 10 mL (aproximadamente uma tampa de garrafa PET) de solução Ca(OH)_2 ;

e) agitar brandamente e deixar em repouso, observando o sistema;

f) após cerca de 10 minutos, filtrar o conteúdo em um funil que deverá ser construído da seguinte forma:

i: coloque um pedaço de algodão bem amassado em toda a parte cilíndrica do funil; ii: sobre o algodão, acrescente pequenos pedregulhos, e sobre os pedregulhos, uma camada de areia seca (pode ser da praia) de aproximadamente 2 cm de espessura; iii: sobre o item "ii", acrescente um papel filtro de café, e dentro do mesmo acrescente aproximadamente 2 g de carvão ativado (aproximadamente uma tampa de garrafa PET);

g) despeje a água que está sendo tratada nesse funil que foi preparado conforme o item "f", e agite brandamente. Aguarde a filtração total.

h) compare a amostra inicial com a final.

Resíduos: Os papéis filtro de café e a terra excedente devem ser descartados diretamente no lixo comum, pois não apresentam risco. Já o papel filtro utilizado na filtração da solução com carvão ativado deve ser reservado até sua total secagem, pois o carvão, os pedregulhos e a areia poderão ser reutilizados. A água clarificada pode ser descartada na pia.

Questões para discussão

Responda, por escrito, as três primeiras questões em dupla, e a última individualmente, para posterior discussão com a turma sob a orientação do professor.

- Explique o que aconteceu durante o experimento.

- Aponte vantagens e desvantagens da utilização do ácido tânico como coagulante.

- Por que se utilizou carvão ativado na última etapa do experimento?

- Se a decisão entre utilizar sulfato de alumínio ou ácido tânico fosse uma responsabilidade sua em uma estação de tratamento de água, qual seria a sua decisão? Justifique a sua resposta.

da experimentação no Ensino de Química apontados por Gonçalves e Marques (2012, 2011), a exemplo da explicitação dos conhecimentos discentes, do ensino articulado de conceitos, procedimentos e atitudes, e como já defendido, da abordagem das interações CTS. Soma-se a isso a necessidade, destacada pelos autores, de se "incorporar", nas propostas de atividades experimentais disseminadas na literatura, aspectos importantes apontados pela pesquisa em Ensino de Ciências da Natureza. A proposta de atividade experimental, que não se reduz à apresentação de um roteiro, é apresentada no Quadro A.

Grassi (2001)¹ apresenta uma explicação química para o processo de coagulação no tratamento de água com a utilização de sulfato de alumínio. De maneira resumida, pode-se destacar que as águas naturais turvas apresentam partículas coloidais de argilominerais que se repelem por estarem carregadas negativamente. O papel do coagulante é provocar a desestabilização dessas partículas coloidais, a fim de que se aglomerem para ocorrer a posterior decantação e filtração.

Mangrich *et al.* (2014)², por sua vez, explicam que taninos – sendo polímeros catiônicos orgânicos com cargas positivas – podem igualmente desestabilizar as partículas coloidais de

águas naturais com cargas negativas, assim como o sulfato de alumínio ou outros coagulantes, como o sulfato duplo de alumínio e potássio e o sulfato férrico.

No Quadro A, a proposta de experimento se inicia com uma atividade de explicitação e discussão do conhecimento inicial dos estudantes sobre vantagens e desvantagens do sulfato de alumínio como coagulante, bem como acerca do tratamento de água. Entende-se que esta é uma característica da atividade experimental em sintonia com o que defendem referenciais associados com a abordagem das interações CTS.

Por exemplo, Nascimento e Linsingen (2006) realçam a valorização, dentro desses referenciais, de uma visão de educação que não trata o estudante como um sujeito passivo, uma *tabula rasa*. Além disso, questões como "Qual é a importância do tratamento de água?" podem favorecer o debate concernente às implicações sociais da Ciência e da Tecnologia, mais especificamente no que concerne às implicações sociais relativas aos processos de tratamento de água, ou à sua ausência.

Na sequência da proposta, antes de iniciar os procedimentos experimentais, é apresentado um texto para leitura

e discussão. A reportagem aborda o excesso de alumínio na água advinda de estação de tratamento. Em geral, como apontaram Toquetto e Gonçalves (2014), livros didáticos de Química para o ensino médio não colocam possíveis limitações que podem ocorrer a partir do processo de tratamento de água com sulfato de alumínio. Pelo contrário, há livros didáticos que apenas enaltecem esse processo, o que, segundo os autores, pode ser uma forma de incentivar a visão salvacionista da Ciência e da Tecnologia. Com a discussão inicial do texto, a proposta de atividade experimental pode colaborar para debater essa visão.

Do ponto de vista procedimental, o experimento inicia com a preparação de uma amostra de água barrenta (Figura 1).



Figura 1: Amostra inicial de água barrenta

O processo de coagulação e floculação com a utilização do ácido tânico – tanino hidrolisável, usado no experimento como coagulante – pode ser observado na Figura 2.

A etapa seguinte à decantação foi a filtração da solução, para a obtenção da amostra final (Figura 3). Para o desenvolvimento da atividade se utilizaram vidrarias e outros materiais convencionais de laboratório. No entanto, o roteiro também apresenta materiais alternativos. Alguns deles podem ser observados na Figura 4, com os quais se construiu o filtro, utilizando-se de garrafas de poli[tereftalato de etileno] (PET) com pequenos pedregulhos (usados na construção civil), areia seca, algodão, um filtro de café e carvão ativado. Na Figura 4 se identifica que foi mantida a tampa (com furo) para auxiliar na fixação do algodão.

Foram feitas análises não previstas no roteiro da atividade experimental, as quais reforçam o potencial do ácido tânico como coagulante. Para tanto, inicialmente, realizou-se uma

análise qualitativa de acordo com o procedimento descrito por Brandão *et al.* (2008), que sugere a utilização de uma solução de cloreto férrico 5% e a adição de duas gotas na amostra final e duas gotas em uma amostra de água da torneira que sofreu o acréscimo do ácido tânico 20 g L⁻¹ (amostra inicial).

A coloração amarela na amostra final (após a filtração com carvão ativado) indica que não foi identificado tanino (Figura 5), enquanto que a coloração azul indica a presença de taninos hidrolisáveis na amostra de água da torneira na qual se adicionaram duas gotas de solução de ácido tânico 20 g L⁻¹ (Figura 6). Para maiores informações sobre a química de complexação entre grupos fenólicos e íons Fe²⁺/Fe³⁺, responsável pela coloração azul (esverdeada), consultar Hagerman e Butler (1989).

As amostras iniciais e finais foram submetidas também à análise dos seguintes parâmetros: pH, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, sólidos totais. O pH da amostra inicial (água barrenta) foi de 5,75, e o da final, de 7,21. Já os valores de sólidos suspensos, sólidos dissolvidos e sólidos totais, na amostra inicial, foram de 569,0 mg L⁻¹, 79,9 mg L⁻¹ e 648 mg L⁻¹, respectivamente. Para a amostra final, os valores foram de 300 mg L⁻¹ de sólidos dissolvidos. O aumento da concentração de sólidos dissolvidos é proveniente da utilização do hidróxido de cálcio. Já os sólidos suspensos não foram detectados, resultando, assim, em um valor de sólidos totais de 300 mg L⁻¹. As análises foram desenvolvidas pela Central de Análises Químicas da instituição em que o trabalho foi desenvolvido (UFSC).

Após a realização dos procedimentos, a proposta de atividade experimental se encerra com questões para discussão. Mais uma vez, entende-se que o incentivo ao debate sobre o que foi realizado no experimento é uma forma de enfrentar uma compreensão de ensino e aprendizagem que coloca o estudante como um sujeito passivo, ao inverso do que defendem referenciais que advogam em favor da abordagem das interações CTS (Nascimento; Linsingen, 2006). Ademais, a questão que sugere uma “tomada de decisão” sobre a utilização de sulfato de alumínio ou ácido tânico como coagulante em uma estação de tratamento foi elaborada com o objetivo de incentivar discussões que se contrapõem aos pressupostos da visão tecnocrática, exposta inicialmente no trabalho.

Entende-se que nessa atividade que fomenta discussões sobre processos de “tomada de decisão” se valorizam conteúdos atitudinais (valores e atitudes associados ao meio

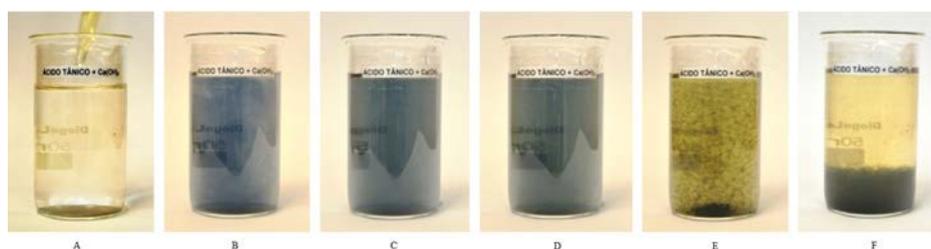


Figura 2: Processo de adição da solução de ácido tânico e hidróxido de cálcio, após a filtração da amostra inicial de água barrenta até a decantação da matéria orgânica. Na imagem A se apresenta a adição de ácido tânico; na B, a adição de hidróxido de cálcio e o início do processo de coagulação; nas C e D, o processo de coagulação; na E, o processo de floculação; e na imagem F, a decantação.



Figura 3: Amostra final



Figura 4: Materiais alternativos

ambiente, por exemplo), relevantes em uma abordagem das interações CTS, como destaca Santos (2007). Somam-se a esses conteúdos os conceituais e procedimentais. Entre os conceitos que podem ser explorados estão os de reações químicas, ácidos e bases, pH, colóides e solubilidade. Entre os conteúdos procedimentais se destacam os processos de separação de misturas.

Compartilha-se da compreensão de Pozo (2003) de que esses três tipos de conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) são interdependentes. Assim, identificar e selecionar os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que os estudantes podem aprender são formas de tornar explícitas suas articulações. Ressalta-se, ainda, que o ensino explícito desses tipos de conteúdo é recomendado nas discussões sobre abordagem das interações CTS no Ensino de Ciências (Santos, 2007).

Para avaliar a proposta de experimento, utilizou-se um questionário contendo dez afirmativas, com escala *Likert* de cinco pontos, com as seguintes alternativas: Concordo Fortemente (CF), Concordo (C), Indeciso (I), Discordo (D) e Discordo Fortemente (DF). O instrumento foi respondido por licenciandos em Química que participaram do experimento.



Figura 5: Não Identificação do tanino na amostra final



Figura 6: Identificação do tanino na amostra inicial

Os estudantes cursavam duas componentes curriculares diferentes da área do Ensino de Química, e foram convidados para participar da avaliação da proposta porque, nessas componentes curriculares, estudavam a abordagem das interações CTS no Ensino de Química. Os licenciandos estavam em diferentes fases do curso de Licenciatura em Química. Os pré-requisitos para matrícula nas componentes curriculares em questão estavam associados à aprovação em certas componentes curriculares, e não à conclusão específica de determinadas fases. Entre as referências estudadas pelos licenciandos sobre CTS e Ensino de Ciências estão Silva e Mortimer (2012), Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), Santos (2007) e Cruz e Zylbersztajn (2005).

No total, responderam ao questionário dezoito licenciandos, que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Cada estudante recebeu uma cópia do roteiro do experimento para que pudesse avaliar a proposta. Para a análise das respostas, as afirmativas foram divididas em três categorias: 1) potencial da atividade experimental para favorecer a apropriação de conhecimentos relativos às interações CTS; 2) potencial da atividade experimental para favorecer a aprendizagem de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais; 3) potencial da atividade experimental para favorecer a participação ativa dos estudantes.

Nas figuras 7 e 8 são apresentadas as respostas dos licenciandos enquadradas, respectivamente, nas duas primeiras categorias.

Na Figura 7, referente às respostas da primeira categoria

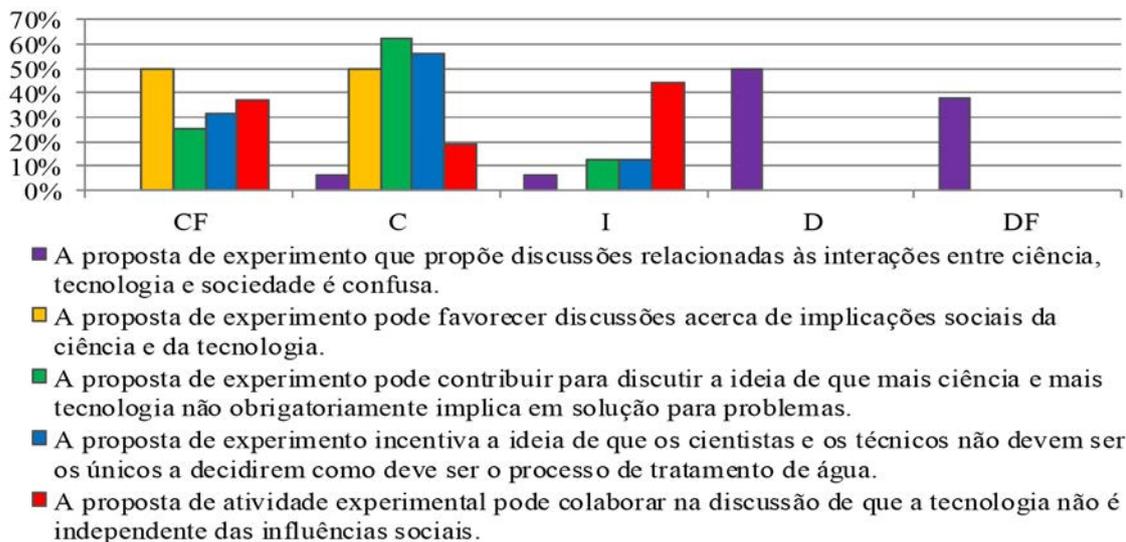


Figura 7: Gráfico referente à análise das respostas da primeira categoria

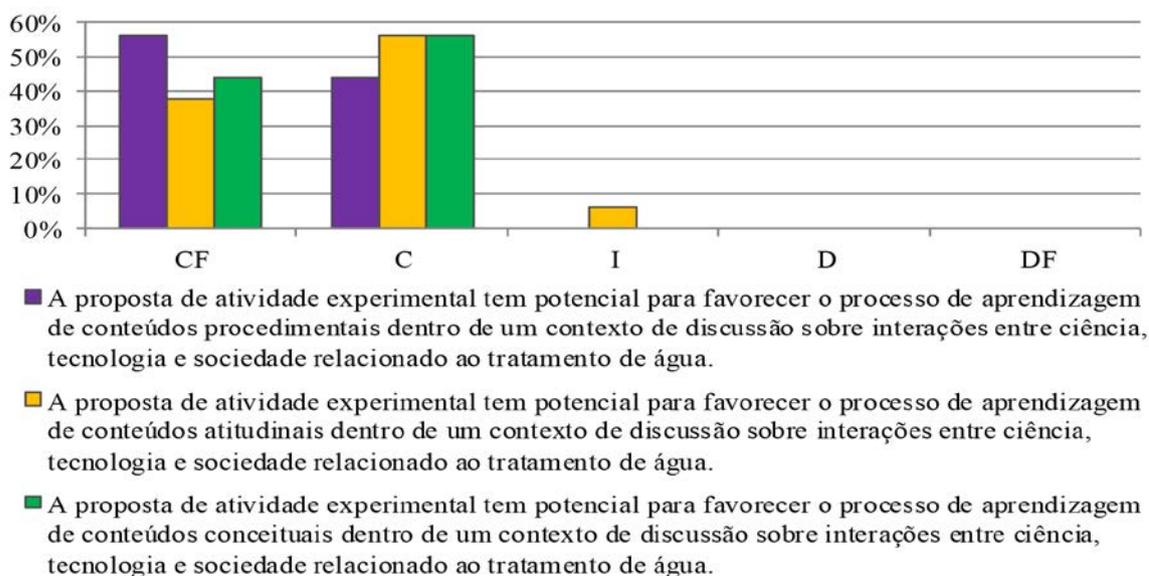


Figura 8: Gráfico referente à análise das respostas da segunda categoria

quanto ao potencial do experimento para favorecer a apropriação de conhecimentos relativos às interações CTS, destaca-se que a porcentagem de concordância (C e CF) foi predominante, tendo em vista que a única afirmativa que apresentava discordâncias (D e DF) remetia à ideia de que a proposta de atividade experimental era confusa. Dessa forma, as respostas apontam o potencial, segundo os licenciandos, do experimento para favorecer a apropriação de conhecimentos associados às interações CTS. De acordo com Auler e Delizoicov (2006), as decisões de caráter puramente tecnocrático, que seria o oposto da essência da quarta afirmativa da categoria, não contribuem para uma democratização nos processos decisórios.

Já as respostas enquadradas na segunda categoria, apresentadas na Figura 8, dão indicativos de que a proposta pode favorecer a aprendizagem de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. Há concordância elevada (C

e CF) e apenas uma pequena porcentagem de indecisos. Entende-se que o processo de ensino e aprendizagem deva ser desenvolvido com a articulação explícita entre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Na Figura 9 constam as respostas dos licenciandos acerca da categoria “potencial da atividade experimental para favorecer a participação ativa dos estudantes”, a qual apresenta, igualmente, elevada concordância (C e CF).

De acordo com Nascimento e Linsingen (2006), apoiados em literatura mais ampla, dentro de uma abordagem CTS o professor precisa fomentar a efetiva participação dos estudantes nas atividades.

Diante do exposto, é possível ressaltar que os licenciandos em Química avaliaram positivamente o potencial da atividade experimental para favorecer o ensino articulado de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como acerca das interações CTS.

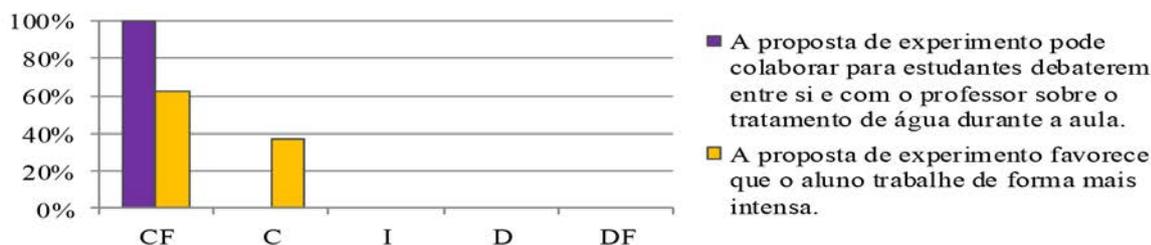


Figura 9: Gráfico referente à análise das respostas da terceira categoria

Considerações finais

A proposta de experimento apresentada, diante das análises realizadas, tem um procedimento experimental que se mostrou adequado, com a utilização do tanino como coagulante biodegradável. Ademais, tal proposta pode ser inserida na abordagem de determinadas temáticas que trabalhem de forma mais ampla as interações CTS.

Entende-se que é premente a necessidade de formar cidadãos que enriqueçam seus conhecimentos sobre as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia. Ressalva-se que a avaliação dos licenciandos a respeito da proposta de atividade experimental não deve ser interpretada de forma absoluta, mas considerada com a devida parcimônia. Compreende-se que a proposta de atividade experimental pode colaborar em processos formativos mais alargados, que almejam o enriquecimento supracitado.

Notas

1. Recomenda-se a leitura dessa referência para entender o efeito do coagulante no processo de tratamento de água.

2. Sugere-se também a leitura do trabalho de Mangrich *et al.* (2014), para uma compreensão dos taninos como coagulantes no tratamento de água.

Danilo Oliveira do Nascimento de Andrade (danilu_andrad@hotmail.com), licenciado em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, SC – BR. **Natália Bruzamarcello Caon Branco** (nataliabcbranco@gmail.com), bacharel e licenciada em Química, mestre em Engenharia Química e doutoranda em Química pela UFSC, é química do Departamento de Química da UFSC. Florianópolis, SC – BR. **Fábio Peres Gonçalves** (fabio.pg@ufsc.br), licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), mestre e doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC, é docente do Departamento de Química e do PPGECT da UFSC. Florianópolis, SC – BR.

381

Referências

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

BRANDÃO, L. F. G.; COSTA, C. M. D.; LACERDA, D. P.; SIQUEIRA, J. M. Controle de qualidade do ácido tânico de algumas farmácias de manipulação de Campo Grande (MS), Brasil. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 5, n. 3, p. 33-38, 2008.

CRUZ, S. M. S. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. p. 171-196.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em Química: uma pesquisa com produções textuais docentes - Parte II. *Química Nova*, v. 35, n. 4, p. 837-843, 2012.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A problematização

das atividades experimentais na educação superior em Química: uma pesquisa com produções textuais docentes. *Química Nova*, v. 34, n. 5, p. 899-904, 2011.

GRASSI, M. T. As Águas do Planeta Terra. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 1, p. 31-40, 2001.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G. Choosing appropriate methods and standards for assaying tannins. *Journal of Chemical Ecology*, v. 15, n. 6, p. 1795-1810, 1989.

LAKE, D. About being pure and natural: understandings of pre-service primary teachers. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 4, p. 487-506, 2005.

MAIA, A. S.; OLIVEIRA, W.; OSÓRIO, V. K. L. Da Água Turva à Água Clara: o Papel do Coagulante. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 49-51, 2003.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A. S.; WOLF, C. R. Química Verde no tratamento de águas: uso de coagulante derivado de tanino de *Acacia mearnsii*. *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 1, p. 2-15, 2014.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergência*, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

PAIXÃO, M. F.; PEREIRA, M. M.; CACHAPUZ, A. F. Bridging the Gap: From Traditional Silk Dyeing Chemistry to a Secondary-School Chemistry Project. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 10, p. 1546-1549, 2006.

PAIXÃO, F. Mezclas en la vida cotidiana. Una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia, tecnología y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. *Revista*

Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, v. 1, n. 3, p. 205-2012, 2004.

POZO, J. I. Aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de capacidades no ensino médio. In: COLL, C.; GOTZENS, C.; MONERO, C.; ONRUBIA, J.; POZO, J. I. (Org.). *Psicologia da aprendizagem no ensino médio*. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.43-66.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: a Freirean perspective

as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2009.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. O Projeto Água em Foco como uma Proposta de Formação no PIBID. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 240-247, 2012.

TOQUETTO, A.; LOPES, D.; SZPOGANICZ, B. P.; GONÇALVES, F. P. O tratamento de água em narrativas discentes: uma pesquisa na formação inicial de professores de química. In: *XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia*, Salvador/BA, 2012.

TOQUETTO, A.; GONCALVES, F. P. O tema “tratamento de água” em livros didáticos de química: uma análise à luz de uma abordagem CTS. In: *XVII Encontro Nacional de Ensino de Química*, Ouro Preto/MG, 2014.

Abstract: *Water treatment with a biodegradable coagulant: a proposal of experimental activity.* Over the years, many studies have pointed out the possibility of using biodegradable coagulants in water treatment processes. In this perspective, this paper presents a proposal for an experimental activity that simulates part of the water treatment process, replacing aluminum coagulants by tannic acid, which is biodegradable. The proposal was evaluated by undergraduates of an initial chemistry teacher training and pointed out that the experiment can favor discussions about the interactions between Science, Technology and Society (STS) and the explicitly articulated teaching of conceptual, procedural and attitudinal contents.

Keywords: experimentation, water treatment, STS.



Pinhão, Quirera e Tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de Química

Elisa A. da Rosa e Michelle Z. Scheleder

Materiais alternativos para ensaios cromatográficos vêm sendo estudados a fim de possibilitar o desenvolvimento do método em aulas experimentais de Química Orgânica. A cromatografia é uma técnica que permite a separação dos componentes de uma mistura e, assim sendo, é comumente empregada para a purificação de compostos e discussão de conceitos como polaridade e interações moleculares. O objetivo deste trabalho é ampliar os estudos nessa área e adaptar materiais de baixo custo para desenvolvimento de cromatografia líquida em coluna. Neste trabalho, uma mistura de corantes alimentícios foi utilizada como amostra; e o pinhão, a quirera branca e a tapioca granulada como fases estacionárias. A separação de diferentes pigmentos constituintes da amostra foi observada, evidenciando a eficiência dos materiais selecionados para aplicação no ensino da cromatografia.

► experimento; cromatografia; química orgânica ◀

Recebido em 09/03/2015, aceito em 26/09/2015

383

Assado ou cozido, o pinhão é alimento tradicional e especialmente consumido nas regiões sul do Brasil. A semente do pinhão (*Araucaria angustifolia*), conhecido popularmente como Pinheiro do Paraná, é constituída de uma casca rígida e amarronzada na parte exterior e uma massa amilácea comestível no interior, que é apreciada pelo homem e também pela fauna (Costa, 2014). O milho, outra fonte de amido, é um conhecido cereal cultivado em grande parte do mundo e extensivamente utilizado como alimento humano ou ração animal, devido às suas qualidades nutricionais. Seu grão moído a seco recebe o nome de quirera (Ponciano *et al.*, 2003). Por sua vez, a tapioca é um produto obtido sob a forma granulada a partir da fécula de mandioca e, assim como os outros alimentos aqui citados, apresenta alto valor energético, sendo também rico em amido (Dias e Leonael, 2006). Além de estarem presentes à mesa dos brasileiros, esses produtos ainda podem ser úteis nos laboratórios didáticos de Química, em substituição ao gel de sílica comumente usado em cromatografia de adsorção (Collins, 2006). Isso porque são materiais que se apresentam ou podem ser dispostos em pequenos grânulos e são fontes de amido, um polímero natural, formado por monômeros de α -D-glicose, que contêm grupos hidroxilas em sua estrutura

química. Esses grupos promovem a adsorção necessária para ocorrência da separação dos componentes da amostra na cromatografia líquida em coluna, assim como ocorre com a sílica.

Cromatografia é um método físico-químico de separação de componentes de uma mistura e que tem como fundamento básico a migração diferencial dos componentes entre uma fase móvel e uma fase estacionária. O termo, que deriva das palavras gregas “chrom” (cor) e “graphe” (escrever), surgiu das experiências do pesquisador russo Michael S. Tswett sobre a passagem de éter de petróleo, a fase móvel, através de uma coluna de vidro preenchida com carbonato de cálcio, a fase estacionária, que permitiu a separação de pigmentos de extratos de folhas em faixas coloridas (Collins *et al.*, 2006; Collins, 2006).

Para fins didáticos, o tema cromatografia permite fazer considerações relevantes de conteúdos da química, tais como separação de misturas, polaridade, interações intermoleculares e propriedade de funções orgânicas (Vieira Neto *et al.*, 2012; Ribeiro e Nunes, 2008). Também possibilita a contextualização dos assuntos abordados em sala de aula, proporcionando significado real e estabelecendo conexões entre teoria e prática (Salvadeo *et al.*, 2009). De mesmo modo, ao fazer uso de materiais alternativos,

oportuniza-se ao aluno o acesso ao experimento, bem como se minimiza os danos causados ao ambiente (Marques *et al.*, 2008) ao se reaproveitar substâncias ou usar produtos de baixo custo disponíveis no comércio. Na literatura, há relatos que divulgam a eficácia do desenvolvimento cromatográfico com materiais alternativos. É o caso, por exemplo, de Silva *et al.* (2006), que usaram açúcar refinado, talco ou pó de giz como fase estacionária na separação dos componentes da páprica. Nesse estudo, foi utilizado como fase móvel o éter de petróleo, um produto facilmente inflamável e nocivo. O giz também aparece como material aproveitável para desenvolver a cromatografia nos trabalhos de Paloschi *et al.* (1998) e Oliveira *et al.* (1998). Nesse último, faz-se uso do extrato de espinafre para separação de carotenos e clorofilas, sendo sugeridos, como fase móvel, solventes prejudiciais ao ambiente e ao homem, como a benzina, hexano ou éter de petróleo. Analogamente, a partir do extrato de espinafre, Fonseca *et al.* (2004) separaram pigmentos com rapidez e eficiência, com o uso de açúcar refinado e removedor de ceras. Ademais, em estudo de Celeghini e Ferreira (1998), a areia ou pó de mármore foram indicados para preparação da coluna cromatográfica e separação de pigmentos de tintas esferográficas. Embora tenha utilizado solventes mais apropriados como água, ou mistura de água e etanol, a preparação da fase estacionária exige tratamento, como a imersão da areia em ácido muriático, um reagente que pode causar graves queimaduras se manuseado incorretamente. Ainda é possível citar a pesquisa de Freitas *et al.* (2012), que desenvolveram com eficácia uma cromatografia em coluna com farinha de trigo e removedor de gordura, para obtenção de pigmentos do pimentão vermelho.

Nesse contexto, consideramos que, no processo de ensino-aprendizagem, a cromatografia é uma técnica relevante para ilustrar conceitos químicos e que, ainda, há possibilidade de grande variedade de combinações entre fases móveis e estacionárias a serem testadas, tornando a técnica extremamente versátil e de grande aplicação. Assim, o presente trabalho tem como objetivo propor três fases estacionárias alternativas para separar corantes alimentícios, por meio de cromatografia, em aulas do ensino médio ou laboratórios didáticos de cursos de graduação.

Procedimento Experimental

Preparação da amostra

No presente trabalho, os corantes sintéticos alimentícios foram adquiridos a granel, em loja comercial para confeitaria. Um grama de cada corante, nas cores verde, vermelho e amarelo, foi misturado e solubilizado em 30 mL de água. A mistura foi armazenada em frasco plástico e mantida na geladeira.

Preparação e desenvolvimento da coluna

Para utilização como fase estacionária, a casca do pinhão foi retirada e a amêndoa foi submetida à secagem em estufa, em temperatura aproximada de 280 °C, por cerca de 12 horas ou até se mostrar seca. Em seguida, o material foi moído em triturador de grãos manual. A quirera branca e a tapioca granulada foram adquiridas em supermercado. Em uma bureta de 50 mL, foi inserido, até a parte inferior, um pequeno chumaço de algodão, com a ajuda de um bastão de vidro ou algo similar. Em seguida, com o auxílio de um funil, introduziu-se na coluna a fase estacionária selecionada (pinhão, quirera branca ou tapioca granulada), imersa

[...] o presente trabalho tem como objetivo propor três fases estacionárias alternativas para separar corantes alimentícios, por meio de cromatografia, em aulas do ensino médio ou laboratórios didáticos de cursos de graduação.

em etanol (classificação do solvente: inflamável). A coluna foi mantida aberta. À medida que o material vai sendo transferido, é necessário golpear levemente com a mão a coluna pela parte externa, a fim de acomodar homogeneamente o material transferido e evitar a formação de bolhas. A fase estacionária deve

ser mantida sempre imersa no solvente e, para isso, pode-se reutilizar o solvente recolhido da coluna. Neste trabalho, o processo foi repetido até que a fase estacionária, junto com o solvente, ocupasse um volume total de 12 mL da bureta. Fecha-se a torneira após manter o solvente no limiar da superfície superior formada pela fase estacionária dentro da coluna. Adicionou-se gotas da amostra da solução de corantes à coluna, e se permitiu que o material adentrasse a fase estacionária, abrindo-se rapidamente a torneira da coluna e fechando-a logo em seguida. Foram transferidos 10 mL de etanol para a bureta, e se desenvolveu a cromatografia com a adição contínua de solvente até que o produto coletado não apresentasse mais qualquer coloração. Os corantes foram recolhidos em separado, em pequenos frascos ou tubos de ensaio, à medida que foram sendo arrastados pelo solvente. Posteriormente, também se introduziu água na coluna como fase móvel, para eluir os constituintes mais polares da mistura.

Mais detalhes sobre a técnica cromatográfica estão disponíveis em edição anterior de *Química Nova na Escola*, no relato de Fonseca e Gonçalves (2004). Na ausência de bureta, sugere-se o uso de seringa descartável, com fluxo de líquido controlado por *kit* “Equipo Soro”.

Resultados e Discussão

Utilizando etanol como fase móvel, e para todas as fases estacionárias alternativas propostas, a ordem de eluição dos corantes da coluna foi: primeiro o verde, e depois o amarelo. O corante vermelho só foi arrastado quando, ao final da eluição com etanol, foi utilizada a água como fase móvel. O processo cromatográfico pode ser interrompido em função de bolhas de ar que podem se formar no interior da coluna, impedindo o fluxo rápido do solvente. De qualquer modo,

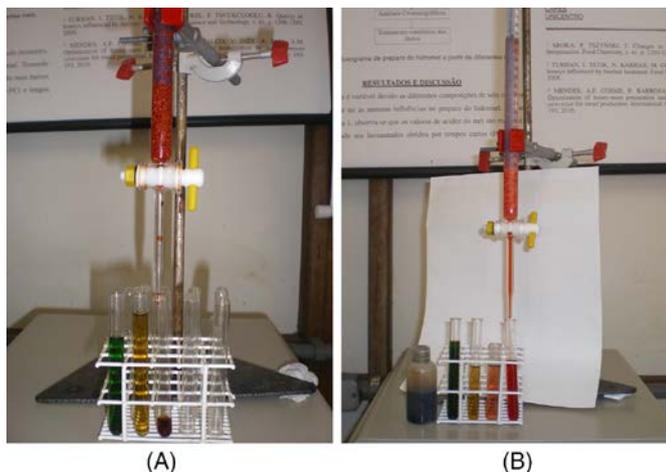


Figura 1: Coluna cromatográfica alternativa com a fase estacionária quirina e os pigmentos separados, respectivamente: verde; amarelo; vermelho escuro (A). Coluna cromatográfica alternativa com a fase estacionária tapioca e os pigmentos separados, respectivamente: verde; amarelo; vermelho claro; vermelho escuro. O frasco de plástico à esquerda refere-se à amostra preparada (B). Fonte: autoria própria, 2014.

foi possível coletar também o pigmento vermelho (Figura 1).

Para oportunizar a discussão dos resultados com os alunos, é fundamental a análise de algumas estruturas químicas presentes nos corantes alimentícios. Embora os corantes apresentem, em sua composição, uma mistura de vários compostos, para facilitar o entendimento dos fundamentos que regem a separação é possível dar destaque a uma ou outra estrutura química como, por exemplo, o Ponceau 4R ou Amaranto, que conferem coloração vermelha aos alimentos, a Tartrazina ou Amarelo Crepúsculo, que resultam na coloração amarela, ou, ainda, o corante Verde Rápido (Prado e Godoy, 2003). Desse modo, considerando o corante Ponceau 4R ($C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$), Figura 2a, os alunos poderão observar que a estrutura contém quatro grupos polares, sendo três grupos sulfonatos (SO_3^-) e uma hidroxila, que conferem ao composto um elevado grau de solubilidade em água (25 g/100mL a 25 °C; Prado e Godoy, 2003). A água, também polar, foi introduzida no final da eluição cromatográfica e, portanto, mostrou ser uma fase móvel mais adequada para eluir esse corante que estava adsorvido no amido. Já o corante amarelo, representado pela Tartrazina ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$, Figura 2b), tem um grupo sulfonato a menos que o Ponceau 4R; entretanto, o grupo carboxilato (CO_2^-) adicional é menos polar. Além disso, a Tartrazina também é um pouco menos solúvel em água (20 g/100 mL a 25 °C; Prado e Godoy, 2003), fazendo com que a polaridade do etanol seja suficiente para removê-la da coluna.

Para oportunizar a discussão dos resultados com os alunos, é fundamental a análise de algumas estruturas químicas presentes nos corantes alimentícios. Embora os corantes apresentem, em sua composição, uma mistura de vários compostos, para facilitar o entendimento dos fundamentos que regem a separação é possível dar destaque a uma ou outra estrutura química como, por exemplo, o Ponceau 4R ou Amaranto, que conferem coloração vermelha aos alimentos, a Tartrazina ou Amarelo Crepúsculo, que resultam na coloração amarela, ou, ainda, o corante Verde Rápido (Prado e Godoy, 2003).

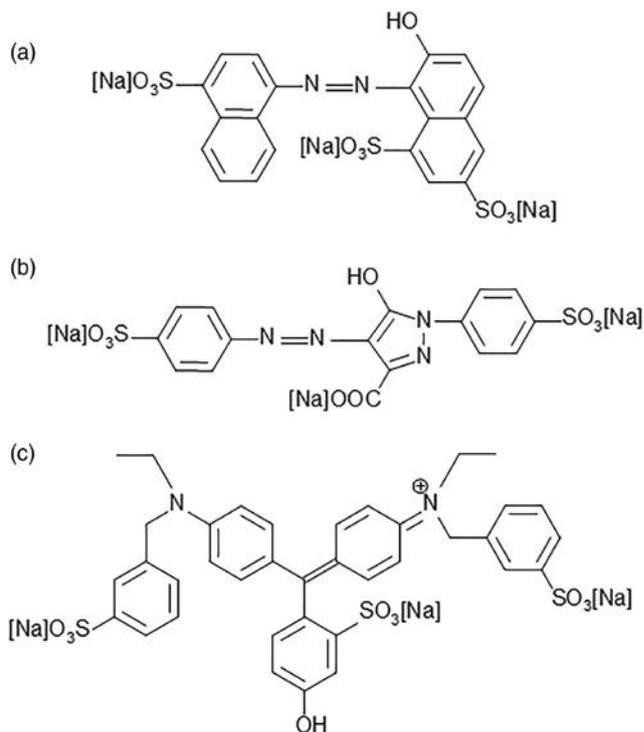


Figura 2: Estrutura química dos corantes Ponceau 4R (a), Tartrazina (b) e Verde Rápido (c)

O corante Verde Rápido ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_{10}S_3$), Figura 2c, foi o primeiro a ser eluído no processo cromatográfico. Embora também apresente grupos sulfonatos, sua estrutura mais complexa, de maior cadeia carbônica, e a presença do grupo amônio quaternário (NR_4^+) que pode neutralizar um grupo SO_3^- , aliada a pouca solubilidade em água (< 10 g/100 mL a 25 °C; Prado e Godoy, 2003), resulta em um composto com menor interação com a fase estacionária e maior afinidade com o etanol.

Além da compreensão do equilíbrio de distribuição que se estabelece entre a fase estacionária e a fase móvel, por meio da capacidade de adsorção e de solubilidade dos compostos orgânicos, cabe ressaltar que outros tópicos também podem ser destacados durante a discussão dos resultados, como o reconhecimento de grupos funcionais, grupos cromóforos, ligação azo e outros sólidos adsorventes úteis para a cromatografia. Igualmente notável seria se os alunos, com mediação do professor, tomassem a iniciativa de buscar mais conhecimentos sobre o emprego dos corantes, exemplos de corantes naturais e artificiais, o apelo do mercado sobre esses produtos, se apresentam valor nutricional e toxicidade, ou, ainda, como se deu a descoberta dos corantes ao longo dos séculos. Além disto,

existe uma ciência por trás do tema “cores”, que também pode ser pesquisada.

Considerações finais

O experimento com material alternativo, desenvolvido neste estudo, fornece subsídios suficientes para visualização e abordagem dos princípios básicos da cromatografia líquida em coluna. Assim sendo, o pinhão, a quirera e a tapioca tornam-se mais uma opção de material de baixo custo para uso como fase estacionária, contribuindo para a ampliação dos estudos nessa área. Ressalta-se que os procedimentos

apresentados nesse trabalho são bastante reprodutíveis, e que os materiais propostos não são nocivos e são de fácil acesso. Dessa maneira, considera-se essas opções tão atraídas quanto aquelas já divulgadas na literatura.

Elisa Aguayo da Rosa (elisaaguayo@yahoo.com.br), graduada em Química pela Universidade de São Paulo – São Carlos, mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo; Doutora em Química pela Universidade Estadual de Maringá; é professora de graduação e do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática na Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO. Guarapuava, PR – BR. **Michelle Zanella Scheleder** (michely_mzs@hotmail.com), é aluna de graduação do curso de Bacharel em Química, da Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO. Guarapuava, PR – BR.

Referências

CELEGHINI, R.M.S.; FERREIRA, L.H. Preparação de uma coluna cromatográfica com areia e mármore e seu uso na separação de pigmentos. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 39-41, 1998.

COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L.; BONATO, P.S. *Fundamentos da Cromatografia*. Campinas: Ed. UNICAMP, 2006.

COLLINS, C.H. 2006 - Cem anos das palavras cromatografia e cromatograma. *Química Nova*, v. 29, n. 4, p. 889-890, 2006.

COSTA, F.J.O.G. Avaliação, caracterização de pinhão (sementes da *Araucaria angustifolia*) nativas do estado do Paraná e seu uso em produto alimentício. Tese – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 143 f., 2014.

DIAS, L.T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

FONSECA, S.F.; GONÇALVES, C.C.S. Extração dos pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial. *Química Nova na Escola*, n. 20, p. 55-58, 2004.

FREITAS, J.C.F.; FREITAS, J.J.R.; SILVA, L.P.; FILHO, J.R.F. Extração e separação cromatográfica de pigmentos de pimentão vermelho: experimento didático com utilização de materiais alternativos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 5, n. 1, p. 71-80, 2012.

MARQUES, J.Q.P.; CARNEIRO, J. S.; SOUZA, J. S.; LIMA, J. F.; MORAES, G. L.; RANIERI, H. S. C. Utilização de pigmentos vegetais de espécies amazônicas como indicadores do caráter ácido-base: uma alternativa metodológica significativa para o ensino de química. In: *48º Congresso Brasileiro de Química. Química na Proteção ao Meio Ambiente e à Saúde*. Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, A.R.M.; SIMONELLI, F.; MARQUES, F.A. Cromatografando com giz e espinafre: um experimento de fácil

reprodução nas escolas do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 37-38, 1998.

PALOSCHI, R.; ZENI, M.; RIVERSOS, R. Experimentos Cromatográficos. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 35-36, 1998.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; REZENDE, A.M. Entraves da comercialização à competitividade do milho brasileiro. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, n.104, p.23-40, 2003.

PRADO, M.A.; GODOY, H.T. Corantes Artificiais em Alimentos. *Alimentos e Nutrição*, v.14, n. 2, p. 237-250, 2003.

RIBEIRO, N.M.; NUNES, C.R. Análise de Pigmentos de Pimentões por Cromatografia em Papel. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 34-37, 2008.

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.

SILVA, L.B.; ALLES, I.M.; MOREL A.F.; DALCOL, I.I. Produtos Naturais no Ensino de Química: experimentação para o isolamento dos pigmentos do extrato de páprica. *Química Nova na Escola*, n. 23, p. 52-53, 2006.

VIEIRA NETO, A.E; SOUSA, A.F.; SANTOS, G.C.; BRITO, L.S.O.; PASSOS, C.C.O.; FÉLIX, J.E.M. Cromatografia radial com papel: uma aplicação alternativa de ensino prático nas escolas. In: *52º Congresso Brasileiro de Química. Química e Inovação: Caminho para a Sustentabilidade*. Recife, 2012.

Para saber mais

ENGEL, R.G.; KRIZ, G. S.; LAMPMAN, G.M.; PAVIA, D.L. *Química Orgânica Experimental. Técnicas de escola pequena*. São Paulo: Cengage Learning, p. 229-251, 2012.

LEAL, R.C.; NETO, J.M.M. Amido: entre a ciência e a cultura. *Química Nova na Escola*, v. 35, n.2, p. 75-78, 2013.

Abstract: *Brazilian-pine seeds, Quirera and Tapioca: from the shelves to work benches of chemistry laboratories.* Alternative materials for chromatographic tests have been studied in order to develop methods for experimental organic chemistry classes. Chromatography is a technique that allows separation of the components of a mixture and is therefore commonly used for purification of compounds and for discussing concepts such as polarity and molecular interactions. The aim of this work is to expand studies in this field and to adapt low-cost materials for the development of liquid column chromatography. In this paper, a mixture of food dyes was used as sample and Brazilian-pine (*Araucaria angustifolia*) seeds, white quirera (ground corn), and grained tapioca (starch extracted from cassava root) as stationary phases. The separation of the different pigments from the sample was observed, which makes the selected materials efficient for application in the teaching of chromatography.

Keywords: experiment; chromatography; organic chemistry

Elaboração de textos de divulgação científica e sua avaliação por alunos de Licenciatura em Química

Production and evaluation of science communication texts by undergraduate chemistry students in teacher training courses

Verenna Barbosa Gomes, Roberto Ribeiro da Silva e Patrícia Fernandes Lootens Machado

Resumo: Os textos de divulgação científica têm sido discutidos na literatura como recurso didático complementar ao ensino formal. Pesquisas realizadas relativas a essa temática mencionam que são poucos os trabalhos que relacionam a elaboração desses textos e seu uso em cursos superiores e de licenciatura. Considerando essa questão, o objetivo da presente pesquisa foi elaborar textos de divulgação científica, tendo como eixos norteadores a experimentação, a história e a natureza da ciência e aspectos da interface CTSA. Os textos buscaram atender a três categorias essenciais: o tema, o estilo e a composição. Um segundo objetivo foi investigar a aplicação desses textos junto aos alunos de licenciatura em Química. Os dados foram analisados segundo três vertentes: a primeira refere-se à avaliação na categoria forma; a segunda, à avaliação na categoria conteúdo; e a terceira, à avaliação quanto à utilização de textos de divulgação científica no ensino. Os resultados mostraram que os eixos norteadores estabelecidos deram características específicas aos textos, possibilitando estratégias de sua utilização em cursos de licenciatura. Os dados também confirmam outras pesquisas apresentadas na literatura quanto às lacunas na formação inicial de professores referentes à natureza da Ciência e ao papel da experimentação no ensino.

Palavras-chave: ensino de Química, divulgação científica, abordagem CTSA, dialogicidade, interdisciplinaridade

Abstract: Science communication texts have been discussed in the literature as a teaching resource, complementary to formal education. Studies on this subject mention that few papers link the elaboration of such texts to their use in undergraduate courses. Considering this issue, we have developed science communication texts having as guiding principles experimentation, history and nature of science and aspects of STSE interface. Three essential categories were considered in the writing of the texts: topic, style and composition. A second goal was to analyze the use of the texts with undergraduate Chemistry students. Data were analyzed according to three criteria: evaluation of the format of the texts; evaluation of the content of the texts; and evaluation of the use of science communication texts in teaching. Data demonstrate that the preset guiding principles provided the texts with specific characteristics, which made it possible to develop strategies for their use in teacher training. Data also confirm other published researches regarding gaps in initial teacher training concerning the nature of science and the role of experimentation in science education.

Keywords: Chemistry teaching, science communication, STSE approach, dialogicity, interdisciplinarity,

Verenna Barbosa Gomes (verennabg1@gmail.com), licenciada em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), mestre em Ensino de Química pela Universidade de Brasília (UnB), docente da Universidade Federal de Tocantins (UFT) - Campus Araguaína, aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade de Brasília. Brasília, DF - BR. **Roberto Ribeiro da Silva** (bobsilva@unb.br), bacharel em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), doutor em Química pela Universidade de São Paulo (USP, São Paulo), Professor Colaborador Sênior da Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - BR. **Patrícia Fernandes Lootens Machado** (pfmachado@gmail.com), bacharel em Química pela Universidade Federal do Ceará, mestre e doutora em Engenharia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), docente da Universidade de Brasília (UnB). Brasília, DF - BR.
Recebido em 11/03/2015, aceito em 15/04/2016

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.

A sociedade atual é marcada pelo notório e acelerado desenvolvimento científico e tecnológico, do qual resulta elevada produção de conhecimento. Os constantes avanços e aplicações desse conhecimento interferem no modo de vida da humanidade. Sendo assim, como forma de democratização do saber, todo cidadão tem o direito à informação. No entanto, somente acessar a informação não é suficiente. Há que se possibilitar a cada indivíduo, mesmo que não faça parte do meio científico-tecnológico, avaliar, comparar, enfrentar e ressignificar o conhecimento. Essas são algumas das razões para que o conhecimento produzido pela academia não fique restrito ao seu espaço esotérico, sendo compreendido como um direito dos cidadãos, defendido desde 1948 na Declaração Universal dos Direitos Humanos divulgada pela Organização das Nações Unidas (ONU).

A divulgação do conhecimento científico também pode contribuir para que os cidadãos compreendam como a ciência se desenvolve, quais as ferramentas necessárias para isso e quais impactos podem ser gerados com a aplicação do conhecimento. Dessa forma, a população passa a ter maior autonomia para legitimar ou não o investimento de recursos nessa área (ESTRADA, 2011).

Nessa perspectiva, o acesso à informação sobre ciência é potencialmente defendido na literatura por diferentes autores (CINI, 1998; CARNEIRO, 2009; MOREIRA, 2006), tornando a Divulgação Científica (DC) um tema de grande relevância no século atual.

Evidentemente, existem diferentes esferas sociais, que, por sua vez, demandam distintos graus de compreensão do discurso da Divulgação Científica. Ao se pensar, por exemplo, nos reflexos dos avanços da ciência e da tecnologia sobre os adolescentes, vislumbra-se o compromisso educativo da Divulgação Científica na esfera escolar.

Ao deslindar o papel da escola e as suas tendências pedagógicas na contemporaneidade, defende-se aqui a sala de aula como um espaço com diferentes possibilidades de significados sobre a ciência e o seu papel na sociedade, a partir da divulgação científica. Mais especificamente, o ensino de Química parece-nos possibilitar, no contexto da divulgação/compreensão da ciência, a formação do sujeito social.

Mas que contribuições efetivas a DC tem dado ao campo de Ensino de Química? E que estratégias podem se utilizar para mensurar as suas potencialidades?

Outras questões emergentes sobre a realidade atual do século XXI permeiam este manuscrito. De que forma os avanços da ciência têm refletido no modo da vida da humanidade? Como estamos vivendo diante dos inúmeros avanços em tão curto espaço de tempo? Como se dão as relações espaço, tempo, sociedade, educação *versus* ciência? Como a escola, enquanto espaço de inclusão social e de formação de cidadãos, pode mediar essas relações?

Cabe aos professores estabelecer a ponte entre os Textos de Divulgação da Ciência (TDC) e os conteúdos a serem

trabalhados na sala de aula. Mas como fazê-lo se, durante a formação inicial, poucos dos futuros professores de Química têm a oportunidade de refletir e traçar metodologias quanto ao uso de um TDC? As pesquisas de Nascimento e Junior (2010) apontam que “poucos estudos têm refletido sobre as possibilidades de discussão – no âmbito de formação inicial – de aspectos relacionados a textos de Divulgação Científica, tampouco sobre como se dariam as interações discursivas entre os futuros professores e os respectivos textos”.

Inserir o contexto da formação do professor parece ser o melhor caminho para abordar alguns dos questionamentos acima. Logo, o fato gerador dessa pesquisa está voltado para a quase ausência da Divulgação Científica, especificamente a produção de textos dessa natureza, na formação inicial de professores de Química. Os professores não usam Textos de Divulgação Científica, pois consideram que os mesmos não acompanham o currículo (STRACK *et al.*, 2009).

Esta pesquisa emergiu da percepção da necessidade de incluir, na formação inicial do professor, atividades relacionadas à divulgação da ciência. Além disso, foi motivada pela linha de investigação centrada na utilização de Textos de Divulgação Científica no Ensino das Ciências. Se, por um lado, essa linha de investigação discute as potencialidades dos TDC para as aprendizagens dos alunos em ciências, por outro, ela evidencia as dificuldades dos professores em compreender a dimensão metodológica desse material nas suas práticas pedagógicas.

Acreditamos que, ao introduzir nos textos de divulgação da ciência aspectos das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, da história e natureza da ciência e da experimentação, isso poderá aumentar o interesse dos professores quanto à utilização desse material.

Tendo em vista esse contexto, o objetivo da presente pesquisa foi elaborar Textos de Divulgação Científica (TDC), tendo como eixos norteadores a experimentação, a história e a natureza da ciência, e aspectos CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), e avaliar a aplicação desses textos junto a alunos de licenciatura em Química.

Para compreensão dos parâmetros norteadores desse trabalho, considera-se relevante delinear ideias de alguns teóricos que discutem e propõem esclarecimentos a respeito dessa temática.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Divulgação Científica em uma perspectiva Fleckiana

Defende-se aqui a Divulgação Científica (DC) no âmbito da circulação intercoletiva de ideias. Dessa forma, o grupo dos que divulgam a Ciência constitui o ciclo esotérico, como observado na Figura 1:

Segundo Fleck (1986), o círculo esotérico, que congrega

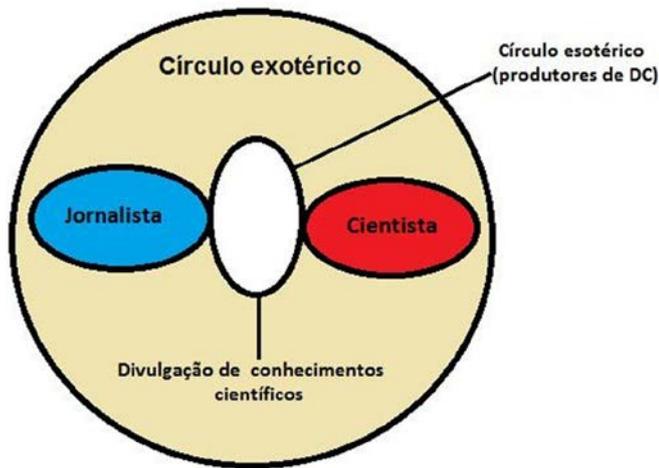


Figura 1: Relação entre os círculos esotérico e exotérico no contexto da Divulgação Científica. (Adaptado de NASCIMENTO, 2005, p.4).

os produtores de DC, sejam eles jornalistas ou cientistas, está envolto por um grande círculo exotérico composto pelo público de não especialistas, também conhecidos como leigos. Quando se trata de Divulgação Científica, os especialistas de uma determinada área transformam o conhecimento científico e o apresentam aos leigos. Por sua vez, o coletivo dos não especialistas (exotérico) pode avaliar, comparar, enfrentar e ressignificar esse conhecimento em seu contexto real e devolver para o coletivo esotérico. Essa troca dinâmica entre os grupos é denominada circulação intercoletiva de pensamentos. Fleck (1986) defende que, a partir do conhecimento especializado, proveniente do círculo esotérico, passa a existir o conhecimento popular, gerado no círculo exotérico. Esse epistemólogo salienta que, para acontecer a circulação intercoletiva de pensamento, faz-se necessário certo nível de convergência entre os dois círculos, para que os textos produzidos sejam minimamente compreendidos. Para tanto, o grupo esotérico deve adaptar cuidadosamente o conhecimento científico, transformando terminologias específicas, adequando as palavras ao público a que se destina o texto e lançando mão de “exposição artisticamente atrativa, viva e gráfica” (p.161).

Fleck (1986) também considerou a existência de circulação intracoletiva de ideias, por meio de revistas e manuais, reforçando as relações que existem dentro de um mesmo coletivo de pensamento. De modo geral, esse epistemólogo promoveu uma caracterização dos suportes materiais responsáveis pela veiculação de ideias científicas intra e intercoletivas a partir da distinção entre a ciência dos especialistas (saber especializado do círculo esotérico) e a ciência popular (saber popular do círculo exotérico) (NASCIMENTO, 2005).

Divulgação Científica: funções e justificativas

Utilizaremos o referencial de Bueno (2008) para a

definição do termo *divulgação científica*. Segundo esse teórico, o processo de Divulgação Científica pode ser compreendido como uma adaptação da linguagem científica para a linguagem compreensível a uma vasta audiência. Assim,

A divulgação científica compreende a utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao leigo. É importante perceber que divulgação científica pressupõe um processo de recodificação, isto é, a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com o objetivo primordial de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência. (BUENO, 2008, p.4).

A seguir, expomos as principais funções e justificativas defendidas na literatura relacionadas à veiculação de informações ao público, no sentido de ampliar a compreensão acerca da importância da DC para os diversos segmentos sociais.

Cini (1998) defende a necessidade de difundir o conhecimento científico para o público em geral, ressaltando a importância das pessoas adquirirem “um conhecimento sobre o que é Ciência, porque se faz Ciência, qual a relação entre o desenvolvimento científico e tecnológico e os problemas do seu cotidiano e da sociedade presente e futura” (p.9). Nessa perspectiva, destaca-se o papel social da divulgação científica, pois o indivíduo que tem acesso ao conhecimento básico sobre Ciência e como ela funciona pode entender melhor o contexto da sociedade em que está inserido e ter a capacidade de tomada de decisões, assumindo assim uma postura cidadã.

Por sua vez, Pérez, Molini (2004) e Estrada (2011) atribuem algumas funções básicas à DC, tais como: função informativa, educativa, social, cultural, econômica e político-ideológica. A partir dessas funções, defende-se neste artigo a ideia de que, visto a escola ter a responsabilidade social de formar cidadãos, a Divulgação Científica pode e deve permear o espaço escolar, assumindo as funções social e educativa que, nessa conjuntura, são indissociáveis.

Nesse contexto, Kreinz e colaboradores (2007) afirmam que, na perspectiva de José Reis, um dos papéis da Divulgação Científica está relacionado à educação formal: “a divulgação científica realiza duas funções que se completam: em primeiro lugar, a função de ensinar, suprimindo ou ampliando a função da própria escola; em segundo lugar, a função de fomentar o ensino” (p.15).

Os argumentos de Carneiro (2009) também convergem para essa mesma reflexão. A autora entende que a Divulgação Científica pode contribuir para a melhoria do ensino de ciências no ambiente escolar formal, pois “a Divulgação Científica assume novo papel social: apoiar a educação científica ministrada na escola” (p.33).

Além disso, a Divulgação Científica também tem sido vista por muitos autores como uma forma de contribuir para a desmistificação do cientificismo, ainda muito presente nos alunos da educação básica. No contexto atual, é perceptível o quanto os avanços tecnológicos têm sido marcantes nas diversas áreas do conhecimento. Esses avanços têm relação direta com a melhoria na qualidade de vida das populações. Por outro lado, muitas pessoas criaram uma falsa imagem de que a ciência é capaz de resolver todos os problemas do mundo e, muitas vezes, ignoram como a ciência funciona, seus obstáculos, seus possíveis riscos à sociedade e quais acertos e erros constituem o processo da ciência produzida.

Com isso, a intervenção da Divulgação Científica poderá contribuir para romper com a visão simplista sobre ciência. Nessa perspectiva, Kosminsky e Giordan (2002, p.11) “compreendem que as visões de mundo dos estudantes também devem ser influenciadas pelo pensamento científico e pelas expressões de sua cultura, cujos traços são parcialmente divulgados na mídia”.

Com base nas reflexões acima, fica evidente a importância da Divulgação Científica para a sociedade, particularmente no ensino, favorecendo ao aluno uma intervenção crítica na realidade que o cerca. Considerando que a cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade, torna-se claro que, para o cidadão efetivar a sua participação comunitária, é necessário que ele disponha de informações (SCHNETZLER e SANTOS, 2003). Portanto, acredita-se na DC como atividade educativa no âmbito escolar para promover a compreensão da ciência pelos alunos e possibilitar a utilização de seus conceitos em situações cotidianas.

O Texto de Divulgação Científica no contexto da sala de aula

Pensar nas formas de acesso ao conhecimento da ciência faz parte do processo de inserção da Divulgação Científica no ensino. Vários trabalhos relatados na literatura têm admitido diferentes formas de divulgar a ciência. Ela está presente, nas sociedades modernas, em diversos espaços sociais e em múltiplos meios de comunicação como jornais, televisão, cinema, museus, exposições, livros, revistas, cordéis e textos.

No universo das mais variadas formas de difundir o conhecimento científico e tecnológico, a presente pesquisa teve como foco os Textos de Divulgação Científica (TDC), com respaldo nos estudos de Ribeiro e Kawamura (2005). Segundo as autoras, a utilização de materiais de divulgação em ambientes de educação formal pode favorecer a introdução de novos sentidos de aprendizagem de ciências, proporcionando aos alunos a aproximação com diferentes linguagens e discursos. Além disso, compreendem os Textos de Divulgação Científica como possibilidades de trabalhar habilidades de leitura, de ter acesso às informações de ciência e tecnologia atualizadas, de proporcionar a formação

de espírito crítico e reflexivo sobre o meio que o cerca e de promover o estímulo à participação dos alunos nas aulas.

Dialogando com as estudosas citadas acima, a formação do espírito crítico volta-se para os olhares dos alunos quanto à produção do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no meio social, e para a formação da imagem da ciência como detentora não apenas de acertos, mas também de erros.

No que diz respeito ao acesso às informações atualizadas, vislumbra-se a transformação rápida e versátil da ciência em decorrência dos avanços da tecnologia, que os livros didáticos não conseguem acompanhar por serem produzidos para uma realidade escolar serial. Ainda que contenham textos contemporâneos, muitas vezes os livros didáticos não detêm informações atualizadas na esfera em que a realidade local do aluno se encontra inserida.

Contudo, apesar dos Textos de Divulgação Científica poderem ser usados como recursos didáticos, o professor deve ter a clareza quanto à intenção e a forma de utilização dos textos, pois, “além dos conteúdos, esses materiais apresentam linguagens, abordagens, discursos e estruturação diferentes daqueles que caracterizam os livros didáticos” (RIBEIRO; KAWAMURA 2005, p.12). Portanto, os Textos de Divulgação Científica na sala de aula devem ser introduzidos de maneira diferenciada dos conteúdos tradicionais. Isso implica em uma formação adequada por parte do professor, para que os textos não se transformem meramente em linhas em que os alunos leiam, memorizem e reproduzam em avaliações.

Nesse contexto, o contato com TDC durante o processo de formação docente é um ponto a ser considerado pelos cursos de licenciatura. Entretanto, uma revisão dos dez últimos anos de alguns periódicos relevantes na área do Ensino de Ciências indica a pouca utilização e produção desses textos nos cursos de nível superior. Os periódicos analisados foram: *Investigação em Ensino de Ciências*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*; *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*; *Ciência & Educação*; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias e Science Education*.

No período compreendido entre 2005 e 2016, foram publicados um total de 2180 artigos nesses periódicos. Desse total, apenas 128 (5,8%) têm como foco a Divulgação Científica. Dentre os artigos relacionados a essa temática, apenas doze abordam a produção e uso no âmbito do ensino superior, mais especificamente, nos cursos de Química (FERREIRA e QUEIROZ, 2012; QUADROS, SILVA e SILVA, 2011; STRACK et al., 2009; DIANOVSKY e WINK, 2011), Física (DIAS e ALMEIDA, 2010; ZANOTELLO e ALMEIDA, 2013) Biologia (NASCIMENTO e CASSIANI, 2009; PALCHA e OLIVEIRA, 2014; TERRA et al., 2014) e Ciências Naturais (NASCIMENTO e REZENDE, 2010).

Em relação à área da Química, foram encontrados três artigos com foco na leitura de TDC com posterior produção

de textos ou questões; um artigo com o objetivo na produção de textos jornalísticos e um artigo com foco na percepção dos professores do curso de Química sobre a inserção da literatura de Divulgação Científica na prática docente. Na área da Física, foram encontrados dois artigos: um deles tinha como objetivo a leitura de um TDC e produção de questões a ele relacionadas, e o outro a análise discursiva de licenciandos, a partir da leitura de TDC. Já na área da Biologia, foram encontradas duas publicações com foco na leitura de TDC pelos licenciandos e suas reelaborações discursivas/produção textual, e um artigo que buscou identificar obstáculos epistemológicos em um TDC, a partir de sua utilização em uma turma de licenciandos. Já no curso de Ciências Naturais, foi encontrada apenas uma publicação, cujo objetivo foi o de analisar textos de divulgação escritos por alunos em formação inicial.

Além dos cursos acima mencionados, foi encontrada outra publicação sobre o uso de TDC no nível superior, mas no âmbito de um Projeto de Ensino Fundamental na Educação de Jovens e Adultos, no qual foram investigadas as práticas de leitura por licenciandos de diferentes cursos (RIBEIRO *et al.*, 2012).

Estes dados evidenciam a pouca produção científica relativa à área da Divulgação Científica (apenas 5,8 % do total de artigos publicados), e sua incipiente inserção no ensino superior.

METODOLOGIA

A pesquisa em questão está estruturada no referencial metodológico que enfatiza a abordagem qualitativa. Segundo Ludke e André (1986), a pesquisa qualitativa “supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, por meio do trabalho intensivo de campo”. Além disso, tem como objetivo principal interpretar o fenômeno, norteadas pela observação, pela compreensão, pela descrição e pelo significado.

No entanto, apesar de a pesquisa ter a predominância do caráter qualitativo, ressalta-se que, para quantificar opiniões a partir da coleta de dados, foi necessário utilizar dados estatísticos. Portanto, devido a essa complementaridade dos métodos quantitativos, a abordagem quantitativa também se insere no universo da presente pesquisa.

Participaram, como sujeitos da pesquisa, alunos ingressantes e alunos de semestre avançado do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública federal e de uma universidade pública estadual. A fim de preservar a identidade das universidades em que foi realizada a pesquisa, elas serão chamadas de Universidade A e Universidade B, respectivamente. O número total de alunos da Universidade B foi 23, sendo 7 alunos de semestre inicial e 16 alunos de semestre avançado. O número total de alunos da Universidade A foi 42, sendo 23 alunos de semestre inicial e 19 alunos de semestre avançado.

No curso de Licenciatura em Química da Universidade A, os alunos ingressantes cursavam a disciplina Fundamentos de Química, ofertada no primeiro semestre, e os alunos de semestre avançado cursavam a disciplina Experimentação no Ensino de Química, ofertada no sétimo semestre. Já no curso de Licenciatura em Química da Universidade B, os alunos ingressantes cursavam a disciplina Química Inorgânica, ofertada no segundo semestre do fluxograma do curso, e os alunos de semestre avançado cursavam a disciplina Estágio Supervisionado II, ofertada no sexto semestre.

A escolha das disciplinas foi feita de forma que participassem da pesquisa licenciandos com perfis diferentes: alunos recém-ingressos na universidade e alunos em final de curso. Os espaços foram cedidos pelos professores das universidades participantes nas disciplinas acima mencionadas.

Foram elaborados sete textos de divulgação científica como material de apoio ao ensino formal da Educação Básica. As temáticas escolhidas foram: o que é a Química e o que o químico faz; alimentos; metais; atmosfera; e água (os textos estão disponibilizados em PPGEC-UnB, 2012). A escolha dos temas foi baseada na relevância social, bem como na relação deles com o conhecimento químico e com aplicações no cotidiano. Ressalta-se que, para a pesquisa em questão, optou-se pela avaliação e análise profunda dos textos “O que é a Química e o que o químico faz” (texto 1) e “Alimentos” (texto 2), visto que todos estão escritos em um mesmo padrão que caracteriza um TDC.

Optamos por elaborar os textos pensando num contexto de Divulgação Científica para o ensino formal, visto que muitas vezes os TDC existentes não se enquadram nos critérios que adotamos como basilares para serem utilizados em sala de aula. O objetivo dessa elaboração foi o de contribuir para a produção de Textos de Divulgação Científica com finalidade essencialmente didática, e específica para o ensino formal. Como base para a construção desses textos, recorreu-se aos pesquisadores Ribeiro e Kawamura (2005). Em seus estudos, a caracterização do discurso da Divulgação Científica tem base nos três elementos essenciais: o tema, o estilo e a composição. Esses elementos serão detalhados mais à frente, haja vista que os aspectos que guiaram a construção dos textos foram os mesmos estabelecidos como critérios de avaliação pelos licenciandos.

A escrita dos textos foi conduzida pelas palestras de Divulgação Científica, realizadas no Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química (LPEQ), através do projeto UnB-Tur. Esse projeto é desenvolvido pela Universidade de Brasília e um dos seus objetivos é favorecer a integração dos diferentes segmentos da comunidade acadêmica e da comunidade externa, viabilizando a difusão do conhecimento. A apresentação das palestras temáticas de Divulgação Científica tem a experimentação como eixo condutor. Adicionalmente, enfoca-se também a natureza e a História

da Ciência. A escolha pelas palestras proferidas no LPEQ é justificada pelas contribuições efetivas que elas têm dado aos alunos e professores da educação básica. Uma pesquisa publicada nos anais do ENPEC demonstra que, nesse espaço, há uma significativa contribuição no que diz respeito à popularização do conhecimento científico, sobretudo dos conceitos relacionados com a Química, de modo que a metodologia de trabalho acreditada por esse laboratório aponta para um caminho de melhora no atual Ensino de Química (GOMES *et al.*, 2011).

Os textos foram escritos em uma linguagem que se aproxima de uma interação dialógico-problematizadora para que, quando conduzidos na sala de aula, possam contemplar as vozes dos alunos, visto que “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 283).

As ferramentas para analisar a forma como os professores podem agir para guiar as interações que resultam em construção de significados em salas de aula encontram-se nos estudos de Mortimer e Scott (2002), os quais citamos ao longo da análise de dados.

A estratégia utilizada para investigar como os licenciandos avaliaram o material produzido e como eles percebem as potencialidades didáticas do uso de TDC no ensino foram os questionários semiestruturados, nos quais foi solicitado que alunos atribuísem notas em uma escala de zero a três, correspondendo aos conceitos “não se aplica”, “fraco”, “médio” e “bom”. Posteriormente, os alunos tiveram que identificar nos textos as linhas equivalentes a cada categoria estabelecida. Isso nos permitiu uma melhor compreensão de como os licenciandos percebem os elementos presentes nos textos.

Um ponto muito importante considerado nesta pesquisa diz respeito à prática docente: a partir das respostas analisadas, julgou-se a relevância dos Textos de Divulgação Científica como parte da formação do professor. Defendemos a ideia de que, no momento em que o licenciando avalia os textos produzidos, ele faz uma reflexão acerca dos critérios adotados como essenciais para um TDC com finalidades educacionais. Além disso, estamos possibilitando que tenha contato com um tipo de material didático diferente daqueles a que está acostumado em sua trajetória acadêmica. Essa proximidade, ainda que em um curto espaço de tempo, as reflexões inerentes à avaliação dos textos e as suas percepções em relação ao uso dos textos no ensino são consideradas por nós como uma iniciativa que pode contribuir para um aumento no interesse pelo uso de textos de DC no ensino.

Os resultados da pesquisa desenvolvida são apresentados em três vertentes, referentes à avaliação, pelos alunos, dos textos de acordo com três categorias: forma, conteúdo, e utilização de Textos de Divulgação Científica no Ensino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação referente à categoria forma

Para que os alunos pudessem avaliar os textos quanto à forma, criamos subitens objetivando uma avaliação mais detalhada. Tais subitens, também utilizados como parâmetros para a construção dos textos, foram guiados à luz de Ribeiro e Kawamura (2005) e agrupados em oito categorias: adequação dos recursos visuais e textuais; relevância social da temática; uso de termos científicos seguidos de uma explicação; percepção de conteúdos de Química; abordagem do tema em uma sequência lógica; diálogo entre o leitor e o autor; e esclarecimento de fenômenos curiosos do dia a dia.

Recursos visuais e textuais

A categoria de recursos visuais e textuais, proposta por Ribeiro e Kawamura (2005), diz respeito à distribuição espacial das informações. Para as autoras, essa distribuição opera no sentido de atrair o leitor para o texto. Elas consideram, como exemplos de recursos visuais, as ilustrações e fotografias e, de recursos textuais, os boxes, as notas de margens, as pequenas inserções de textos no texto principal, etc.

Nos textos produzidos, buscamos explorar mais o uso de tabelas, ilustrações e boxes articulados ao conteúdo explorado. Compreende-se aqui que os recursos visuais explorados em textos são elementos que facilitam, ao leitor, a compreensão do que está sendo dito. No entanto, entendemos ser necessária a intervenção do professor no tocante ao uso de imagens, pois elas podem proporcionar ao leitor diferentes interpretações. Como os textos de Divulgação Científica foram escritos na perspectiva de torná-los recursos de apoio didático ao professor, entendemos ser adequado o uso de imagens, não comprometendo os seus significados. Isso porque, mesmo que as figuras apresentem diferentes sentidos, o professor, na função de orientador, pode promover discussões e momentos de interação entre professor/aluno e aluno/aluno. Os resultados para a categoria em questão podem ser melhores visualizados no Quadro 1.

De acordo o Quadro 1, observa-se que, para o texto 1, intitulado “O que é a Química e o que o químico faz”, cinco alunos de semestre inicial da Universidade B avaliaram os recursos visuais como “médio” e “não se aplica”, totalizando 71,4%, o que indica que apenas 28,6% atribuíram o conceito de “bom”. Já entre os respondentes de semestre avançado, 7 avaliaram o texto como “médio” ou “fraco”, totalizando 50%. Para o texto 2, intitulado “Alimentos”, seis alunos de semestre inicial avaliaram esse subitem como “médio” ou “fraco”, totalizando 85,7%, o que indica que apenas 14,3% consideram os recursos visuais bons. Dos alunos

Quadro 1: Avaliação dos licenciandos em relação à categoria recursos visuais e textuais. (Texto 1: O que é a Química e o que um químico faz? e texto 2: Qual a relação da Química com os alimentos)

INSTITUIÇÃO	PERFIL DO LICENCIANDO	TEXTO	AValiaÇÃO	% DE ALUNOS	CONCEITO	% DE ALUNOS
Universidade B	Semestre inicial	1	Médio/Não se aplica	71,4	Bom	28,6
Universidade B	Semestre avançado	1	Médio/Fraco	50	Bom	50
Universidade B	Semestre inicial	2	Médio/Fraco	85,7	Bom	14,3
Universidade B	Semestre avançado	2	Médio/fraco	93,7	Bom	6,3
Universidade A	Semestre inicial	1	Médio	47,8	Bom	43,7
Universidade A	Semestre inicial	2	Médio	42	Bom	36,8

de semestre avançado, 15 deles atribuíram os conceitos “fraco” ou “médio”, totalizando 93,7%, o que indica que apenas 6,3% consideraram bons os recursos visuais do texto. Já os resultados dos alunos da Universidade A mostram que 47,8% dos ingressantes atribuíram conceito “médio” para os recursos visuais e textuais do texto 1, e que 42% dos alunos de semestre avançado também consideram “médio” estes recursos no texto 2.

Observamos que um grande percentual de alunos atribuiu os conceitos “fraco” e “médio” ao analisarem os recursos visuais, sendo inclusive encontrados comentários relativos à qualidade das imagens nos textos, como destacado por uma aluna:

“apesar das figuras estarem conectadas com o que o texto está dizendo, elas estão ruins de ser visualizadas. Sugiro que aumente o tamanho e deixe o texto mais colorido”.

Por um lado, esses resultados já eram esperados, pois os textos foram aplicados antes mesmo da edição final. Por outro, sabemos que não é uma prática comum o uso e a discussão sobre textos de Divulgação Científica como material didático nas disciplinas dos cursos de Licenciatura dos estudantes participantes dessa avaliação. Dessa forma, ao avaliarem os recursos visuais, os alunos o fizeram sem a compreensão da relevância das imagens em TDC. Entretanto, o resultado da avaliação permitiu-nos ampliar a compreensão sobre o papel das figuras e das iconografias nos textos de DC, e nos possibilitou buscar um diálogo entre o verbal e o visual, tornando mais clara a comunicação de ideias na versão final dos textos. Segundo Souza e Giering

(2010), os infográficos podem ser também entendidos como um tipo de textualização que funde palavra e imagem, visando sintetizar e complementar as informações verbais e escritas. Os Textos de Divulgação Científica fazem uso da infografias, visando a apropriação, pelos leitores, de conceitos e ideias atreladas ao conhecimento científico (PIMENTA e GOUVÊA, 2009). Na versão final dos textos, buscou-se um maior investimento na qualidade das imagens, como pode ser observado no endereço eletrônico do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química da Universidade de Brasília (PPGEC-UnB, s/d).

Temática de relevância social

A escolha de temas para os textos foi realizada à luz de algumas concepções e questionamentos freireanos. Por que não estabelecer uma necessária “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais dos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?

Nessa perspectiva, na escolha das temáticas, tivemos uma preocupação em abordar temas de interesse social e contemplar aspectos relativos à cidadania que possam ser explorados em sala de aula. A intencionalidade dos nossos temas foi de articular o saber científico em um contexto de vida do leitor. Dessa forma, não o dissociamos do contexto social no qual está inserido. Além disso, acreditamos que uma boa escolha do tema pode tornar a leitura mais prazerosa, curiosa e de interesse dos alunos-leitores. Os resultados para essa categoria estão expressos no Quadro 2.

Quadro 2: Avaliação dos licenciandos em- relação à categoria “Temática de relevância social”

INSTITUIÇÃO	PERFIL DO LICENCIANDO	TEXTO	AValiaÇÃO	PORCENTAGEM
Universidade B	Semestre inicial	1	Bom	100%
Universidade B	Semestre avançado	1	Bom	71,4%
Universidade A	Semestre inicial	1	Bom	86,9
Universidade A	Semestre final	2	Bom	84,2
Universidade B	Semestre inicial	2	Bom	81,2
Universidade B	Semestre final	2	Bom	100

Os resultados mostram que 100% dos alunos de semestre inicial da Universidade B avaliaram o texto 1 com nota máxima, que corresponde ao conceito “bom”, e que 71,4% dos alunos de semestre avançado atribuíram conceito “bom” para esse mesmo texto. A tendência dos alunos gostarem das temáticas dos textos foi a mesma na Universidade A, em que 86,9% dos alunos ingressantes avaliaram como “bom” o texto 1 e 84,2% dos alunos mais adiantados no curso avaliaram como “bom” o texto 2. Os resultados também foram satisfatórios para o texto 2 que, na avaliação dos estudantes da Universidade B, obteve porcentagem do conceito bom acima de 80%.

Na avaliação de um dos alunos, o tema referente ao texto 1 lhe pareceu relevante porque:

“Esclarece o papel do Químico, abordou questões como sustentabilidade e preservação, que são de extrema importância nesses últimos tempos”.

Destacamos algumas passagens dos textos que remetem à temática escolhida como instrumento de relevância social, validando assim os resultados aqui apresentados:

“Portanto, o profissional da Química produz essa substância no laboratório, destacando assim, a importância da sua atuação na nossa sociedade”.

“Atualmente, a canela, além de ser usada na alimentação, é muito utilizada na produção de aromas e de medicamentos”.

Na perspectiva bakhtiniana, “o tema é um sistema de signos dinâmico e complexo, que procura adaptar-se adequadamente às condições de um dado momento da evolução” (BAKHTIN, 2006, p.129). Aproximando essa definição da prática de Divulgação Científica, já que ela é constituída pelo gênero de discurso, o tema deve estar associado a assuntos de relevância social da época em que está sendo escrito. O comentário acima do aluno é um indicativo de que o tema que escolhemos para desenvolver o texto converge com a proposta de Bakhtin no que tange ao conteúdo temático como um gênero discursivo.

Esses resultados evidenciam que as abordagens dos temas dos TDC escolhidos foram bastante pertinentes, sendo avaliadas de forma satisfatória. Essa avaliação corroborou nossa intencionalidade de elaborar textos cujas temáticas possam propiciar leituras críticas das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em sala de aula.

Termos científicos seguidos de uma explicação e conteúdo de Química

É certo que, no Texto de Divulgação Científica, se deve evitar o uso de uma linguagem esotérica, uma vez que a análise muito exaustiva desses termos tornaria a leitura cansativa, fugindo da perspectiva de um TDC. No entanto, sabemos que em alguns casos é impossível evitar a utilização de termos científicos. Nos textos produzidos, quando foi

necessário recorrer ao uso desses termos, priorizou-se fazer passagens explicativas. Por exemplo, no texto 1, para explicar o impacto do uso inadequado dos detergentes, considerou-se necessário falar sobre tensão superficial, como descrito a seguir:

O detergente reduz a tensão superficial da água, formando uma espuma branca na superfície dos rios e impedindo assim a oxigenação dos ambientes aquáticos.

Em seguida, buscamos fazer uma breve explicação acessível desse conceito científico:

A tensão superficial é uma camada na superfície da água que se comporta como uma membrana elástica, devido às moléculas de água, que interagem entre si.

Sobre isso, Zamboni (2001) afirma que “a preocupação com a explicação de termos científicos, embora promova uma quebra na sequência de exposição das informações novas, também estimula o leitor a dar continuidade à leitura”.

Em relação à abordagem de conteúdos de Química, buscamos, de forma didática e não conteudista, contemplar alguns aspectos científicos dessa ciência, visto que os Textos de Divulgação Científica, quando são escritos no âmbito da educação formal, configuram-se como uma estratégia de levar o conhecimento acadêmico para a sala de aula. Dessa forma, todos os textos buscaram abordagens de conteúdo acadêmico, de fato, articulados ao contexto social dos alunos.

De modo geral, os resultados mostraram que mais de 70% do universo de alunos conseguiu vislumbrar que nos textos foram contemplados conteúdos de Química, e que foram utilizadas estratégias discursivas, como exemplificações e explicações ao longo da escrita dos textos, a fim de tornar claros os termos que julgamos não ser de uma linguagem familiar ou cotidiana.

Satisfatoriamente, os resultados evidenciam que os textos que escrevemos contemplaram ambas as categorias. Pretendemos que o uso desses textos de divulgação, na constituição do discurso científico escolar e sua inserção nas aulas de ciências, seja facilitador da incorporação de alguns conceitos científicos.

Abordagem em uma sequência lógica

Ao longo da escrita dos textos, os argumentos foram conduzidos por intermédio de evidências científicas que os sustentam, na intenção de torná-los lógicos. Além disso, procurou-se causar uma percepção ao leitor de um texto coerente, de modo que a leitura não esteja limitada à decifração

de palavras e frases, mas que possibilite a compreensão e reflexão do texto como um todo.

Parece que conseguimos alcançar esse objetivo, como pode ser observado no Quadro 3.

O número de estudantes da Universidade B que avaliaram a sequência lógica do texto 1 com o conceito “bom” correspondeu a 57% (para estudantes de semestre inicial) e 71% (para estudantes de semestre avançado). Para o texto 2, o percentual de alunos que atribuiu este mesmo conceito foi de 71% e 62,5% nos respectivos semestres. Esses resultados não variaram muito para os alunos da Universidade A, pois o conceito “bom” foi atribuído por 83% dos alunos ingressantes para o texto 1 e por 58% dos alunos de semestre avançado para o texto 2.

Diálogo entre o leitor e o autor

A linguagem dialógica foi outro quesito que guiou a escrita dos textos, pois concordamos com Freire quando diz que “ensinar exige disponibilidade para o diálogo” (FREIRE, 2007, p.135). O objetivo para essa categoria é que o uso do material produzido possa contemplar esse diálogo, ou seja, que a leitura perpassasse por diferentes vozes – tanto pela voz do autor quanto pela voz do professor, estudante ou de quem mais se interesse por ele. Para atender a essa prerrogativa, buscou-se a utilização de aspectos problematizadores (elemento chave no ensino progressista de Paulo Freire) que permitem criar possibilidades de discussão, como evidenciado nas passagens dos textos destacadas a seguir:

A glicose é produto do metabolismo da substância sacarose (açúcar). Você já parou para pensar o que causa o acúmulo de glicose no sangue?

O olhar do químico sobre a matéria é o que a diferencia das outras ciências. Do ponto de vista da Química, a matéria se apresenta na natureza na forma de materiais. Mas o que podemos definir como materiais?

Pretendemos, por exemplo, com os questionamentos acima, que os discursos dos alunos, do professor e do texto se entrecruzem e que promovam a reflexão, a articulação de

ideias e a (re)construção de significados pelos alunos sobre o tema e conceitos explorados ao longo do texto. Esse tipo de discurso é considerado por Mortimer e Scott (2002) como uma abordagem comunicativa interativa/dialógica.

Além disso, pretende-se que todas as passagens das abordagens comunicativas contemplem, também, o que os autores acima chamam de abordagem comunicativa interativa de autoridade, ou seja, abordagem na qual apenas uma “voz” é ouvida e não há inter-animação de ideias. No texto sobre alimentos, iniciamos questionando ao leitor de que forma a Química se faz presente no nosso dia a dia. Essa pergunta inicial foi se entrelaçando com as abordagens e conceitos presentes no texto, possibilitando discussões a esse respeito, sendo possível valorizar a voz dos estudantes. Contudo, o texto é finalizado com uma abordagem comunicativa de autoridade:

Podemos finalizar afirmando que a Química é a ciência que estuda substâncias e que elas estão presentes nos diferentes tipos de alimentos.

Os resultados para essa categoria foram satisfatórios, podendo ser visualizados no Quadro 4.

Observa-se que, na avaliação dos alunos da Universidade B para o texto 1, o total de alunos de semestre inicial que atribuíram conceito “bom” foi de 57%, e o total de alunos do semestre avançado que atribuiu esse conceito foi de 85,7 %. Para o texto 2, o total de alunos que atribuíram conceito “bom” representou 85,7% e 68,7 % nos respectivos semestres. Da mesma forma, o conceito “bom” para os textos 1 e 2 foi atribuído por mais da metade dos alunos da Universidade A.

Permite esclarecer fenômenos do dia a dia

Entendendo que a Divulgação Científica, no âmbito do espaço escolar, pode atuar como uma interface entre o conhecimento científico, escolar e cotidiano, os textos foram produzidos na pretensão de abarcar essa interface, fornecendo esclarecimentos sobre alguns fenômenos do dia a dia desse público. No texto 2, por exemplo, foram feitos alguns questionamentos ao leitor, como, por exemplo:

Quadro 3: Avaliação dos licenciandos em relação à categoria “sequência lógica”

INSTITUIÇÃO	PERFIL DO LICENCIANDO	TEXTO	AVALIAÇÃO	PORCENTAGEM
Universidade B	Semestre inicial	1	Bom	57 %
Universidade B	Semestre avançado	1	Bom	71%
Universidade B	Semestre inicial	2	Bom	71%
Universidade B	Semestre final	2	bom	62,5%
Universidade A	Semestre inicial	1	Bom	83%
Universidade A	Semestre final	2	Bom	58%

Quadro 4: Avaliação dos licenciandos em relação à categoria “diálogo entre o leitor e o autor”

INSTITUIÇÃO	PERFIL DO LICENCIANDO	TEXTO	AVALIAÇÃO	PORCENTAGEM
Universidade B	Semestre inicial	1	Bom	57%
Universidade B	Semestre avançado	1	Bom	85,7
Universidade B	Semestre inicial	2	Bom	85,7
Universidade B	Semestre final	2	Bom	68,7
Universidade A	Semestre inicial	1	Bom	58%
Universidade A	Semestre final	2	Bom	60%

Quando você degusta uma bala de canela, é possível identificar dois sabores: o sabor doce e o sabor de canela. Mas afinal, como esses sabores foram parar na bala?

Ao longo do texto, o questionamento foi respondido utilizando fenômenos, explicações e figuras.

Nesse quesito, os resultados também foram satisfatórios, como pode ser observado no Quadro 5.

As falas a seguir são indicativas de que o material produzido contemplou bem essa categoria:

“Além de explicar algumas funções do químico, o texto apresentou vários fatos curiosos que são explicados de maneira simples com alguns conceitos da ciência”.

“Ele mostra coisas que usamos no dia-a-dia e que não sabemos.”

Ressalta-se que a categoria em questão está inclusa apenas no questionário para os alunos de semestre inicial, visto que o quesito “O uso dos textos de Divulgação Científica”, que se encontra no questionário elaborado para os alunos de semestre avançado, já contempla essa categoria.

Avaliação referente à categoria forma

A referência basilar para a criação das categorias foi o instrumento de análise proposto por Ribeiro e Kawamura (2005). No entanto, ressaltamos que foram feitas algumas adaptações desse instrumento, na intenção de complementar e ampliar os elementos que caracterizam um TDC. Adicionalmente, a categoria “aspectos da História da Ciência” foi incluída com base nos estudos de Pereira e Silva (2009). Sendo assim, as categorias estabelecidas, tanto para avaliação quanto para a elaboração dos textos, foram: aspectos da relação fenômeno-teoria, aspectos da natureza

do conhecimento científico, aspectos da história da ciência, aspectos CTSA, aspectos das relações éticas de consumo e cidadania, aspectos interdisciplinares e aspectos problematizadores, abrindo possibilidades de discussão.

Aspectos da relação fenômeno-teoria

O uso de fenômenos reais foi um dos eixos condutores na produção dos textos e aconteceu à luz das propostas de experimentação no Ensino de Ciências (SILVA, MACHADO e TUNES, 2010). Para esses autores, a experimentação no ensino pode ser entendida como “uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Dessa forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”.

Curiosamente, apesar dos resultados terem sido satisfatórios, já que mais de 50% dos licenciandos participantes atribuíram conceito “bom”, esses mesmos alunos identificaram, nos textos, aspectos da relação fenômeno-teoria de forma equivocada:

[...] a diferença nas densidades pode ser atribuída às massas distintas dos líquidos.

A tensão superficial é uma camada na superfície da água que se comporta como uma membrana elástica, devido às moléculas de água que interagem entre si.

Os trechos acima foram os mais citados pelos alunos, tanto de semestres iniciais quanto de semestres avançados, quando solicitamos que citassem alguma passagem no texto que contemplasse a categoria fenômeno-teoria. As respostas dos alunos foram consideradas equivocadas, pois eles representaram apenas a teoria, esquecendo-se da

Quadro 5: Avaliação dos licenciandos em relação à categoria “fenômenos do dia a dia”

INSTITUIÇÃO	PERFIL DO LICENCIANDO	TEXTO	AVALIAÇÃO	PORCENTAGEM
Universidade B	Semestre inicial	1	Bom	57%
Universidade B	Semestre inicial	2	Bom	100%
Universidade A	Semestre inicial	1	Bom	73%

parte experimental. Por exemplo, esperava-se que os alunos explicitassem o fenômeno de flutuação e o de submersão das latas de refrigerante e, em seguida, explicitassem a interpretação microscópica. No entanto, como observado no trecho acima, apenas a teoria foi explicitada, indicando assim a dissociabilidade da relação fenômeno-teoria representada pelos alunos.

Com esses resultados, podemos inferir que os saberes práticos e teóricos ainda estão dissociados nesses alunos. A hipótese aqui prevista para justificar a ausência da inter-relação entre esses saberes está associada à natureza pedagógica da experimentação para muitos professores, o que se reflete em suas salas de aulas. As atividades experimentais marcantes nos cursos de licenciatura em Química ainda caracterizam um ensino simplista, em que se nota uma visão empirista do observar, pela qual a simples observação de um fenômeno conduz a uma teorização sobre ele. Normalmente, os alunos têm uma aula teórica e depois vão para o laboratório, e o discurso do professor que prevalece na aula experimental é a comprovação do que foi dito na aula teórica. Assim, os alunos são impregnados, ao longo de sua formação, com a ideia de que o papel da experimentação é o de comprovar as teorias já estabelecidas nas ciências.

Os resultados para essa categoria apontam a necessidade de propostas que busquem romper com visões simplistas que pontuam as atividades experimentais como validação e comprovação da teoria, ou seja, a experimentação como um método verificacionista. Essas propostas podem, por exemplo, ser trabalhadas nas disciplinas pedagógicas do curso de licenciatura e aplicadas nas turmas de estágio supervisionado. Silva, Machado e Tunes (2010) sinalizam como uma alternativa possível às aulas experimentais que contemplem a relação teoria-fenômeno a inserção de atividades demonstrativas-investigativas.

No âmbito da Divulgação Científica no espaço escolar, espera-se que a utilização dos TDC produzidos possa contribuir também para a superação da visão dogmática de ciência segundo a qual a teoria explica o fenômeno, já que a experimentação foi um dos eixos norteadores para a produção desse material.

Aspectos da natureza do conhecimento científico (NCC)

Para essa categoria, o percentual de alunos que atribuíram conceito “bom” foi menor que 50% e, para muitos deles, os aspectos da NCC não se aplicam nos textos. Isso é um indicativo de que tanto os alunos de semestres iniciais quanto os de semestres avançados não têm a percepção do que seja NCC. Tal afirmação sobre a ausência do entendimento e da percepção da NCC nos alunos foi respaldada pelo grande número de respostas deixadas em branco quando pedimos para que identificassem nos textos as linhas que correspondem a

aspectos da Ciência e a sua natureza. Foram muito frequentes as seguintes respostas:

“Não sei o que é isso” / “Não consigo identificar”
/ “Não aprendi sobre isso”

Esses resultados fornecem importantes subsídios para a discussão a respeito das concepções dos alunos de Ensino Médio e de Ensino Superior sobre a natureza da Ciência. Não nos surpreendemos com os resultados das avaliações dos alunos recém-ingressantes, pois, sendo alunos que acabaram de sair do Ensino Médio, as lacunas de uma formação desejável em relação às percepções da NCC são refletidas quando se chega à universidade. Segundo Soares e Xavier (2008), alunos ingressantes do curso de Química, geralmente, têm uma má formação em termos de Ensino Médio, seja no que se refere à própria Química, seja no que se refere à sua visão de ciências.

As constatações dessas lacunas são reforçadas nos estudos de Silva (2010). Resultados de sua pesquisa apontam para as “discrepâncias entre as visões de natureza da ciência consideradas como mais corretas e consensuais pela literatura da área e as apresentadas pelos estudantes do Ensino Médio”.

Essa realidade dos alunos do Ensino Médio, possivelmente, decorre da ausência de uma formação epistemológica adequada de seus professores. No âmbito das preocupações atuais, na área de ensino de Ciências, espera-se que os cursos de licenciatura possam contribuir para fornecer aos alunos em formação uma visão mais adequada da natureza da ciência e das discussões epistemológicas pertinentes. Os atuais licenciandos, que se preparam para atuar como professores no Ensino Médio, precisam ter um entendimento significativo sobre o que é natureza da Ciência, quais são os seus potenciais e as suas limitações.

De modo geral, esses resultados vêm corroborar os dados de outras pesquisas (HARRES, 1999; LIMA e NÚÑEZ, 2011; SCHEID *et al.*, 2009) sobre concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial, pois as análises das avaliações nos mostram que a visão dos alunos ingressantes e formandos não são diferentes. Em outras palavras, os licenciandos pesquisados apresentam dificuldades de compreensão em relação à natureza da ciência e às suas características. Esses estudantes afirmam não saber o que é a natureza da ciência, prejudicando a avaliação dos textos para esse quesito. Por outro lado, sinalizamos que o atual modelo de formação inicial precisa ainda ser repensado, de modo a estabelecer reflexões sobre como e por que utilizar abordagens sobre NCC. Sendo assim, espera-se que os textos produzidos, idealizados para utilização em sala de aula, possam favorecer um ensino em consonância com as concepções racionalistas e construtivistas a respeito da natureza do conhecimento científico.

Aspectos da história da ciência (HC)

O percentual de alunos de semestre inicial, tanto da Universidade B quanto da Universidade A, que atribuíram conceito “bom” foi menor que 50%. Além disso, um número significativo desses alunos atribuiu nota zero a essa categoria, correspondendo ao conceito “não se aplica”. Além disso, quando foi pedido para que identificassem no texto aspectos da HC, o trecho que prevaleceu com frequência em quase todas as respostas foi uma passagem que relatava data e nomes de cientistas:

Neste ano de 2011 comemora-se o Ano Internacional da Química, em homenagem ao 100º aniversário do Prêmio Nobel de Marie Curie, pela sua descoberta dos elementos radioativos rádio e polônio e ao 100º aniversário da Fundação da Associação Internacional das Sociedades Químicas.

Isso é um indicativo de que eles não conseguiram visualizar as passagens que retrataram aspectos da História da Ciência nos textos. Pressupõe-se que esses alunos não apresentam clareza a respeito desse tipo de abordagem. A hipótese aqui é que, sendo recentes egressos do Ensino Médio, eles chegam à universidade sem uma percepção a respeito dessa temática.

Essa hipótese é respaldada pelos estudos de Filho *et al.* (2005, p.1). Os autores apontam, como resultado de pesquisa sobre a abordagem da História da Química no Ensino Médio, que “os relatos dos livros didáticos analisados são, muitas vezes, lembretes de nomes de famosos cientistas e a época de experimentos, não se caracterizando como uma abordagem histórica. Além disso, nas abordagens não ocorrem contextualizações dos fatos, sendo estes muitas vezes distribuídos pelo texto sem uma ligação histórica”.

No que concerne à avaliação pelos alunos de semestres avançados, observou-se que o percentual desses alunos que atribuíram a nota máxima para a categoria em questão variou entre 60% e 68%. Isso é um indicativo de que os mesmos conseguiram visualizar aspectos da História da Ciência nos textos. Ao se pedir que identificassem, no texto 1, aspectos da HC, prevaleceu o seguinte trecho:

Essa doença no final da Idade Média se tornou epidêmica no norte da Europa. A incidência foi diminuída a partir do século XVII, com a introdução da batata como fonte de vitamina C na dieta alimentar europeia.

Para o texto 2, um dos trechos citados com frequência pelos estudantes foi:

Na Antiguidade, o cravo-da-índia, a

pimenta-do-reino, o gengibre, bem como a canela, eram consideradas especiarias de grande valor comercial. Na época das grandes navegações, eram utilizadas como moedas de troca, dotes, heranças, reserva de capital, divisas de um reino, pagavam serviços, impostos, dívidas, acordos e obrigações religiosas.

Uma possível justificativa para a discrepância entre a avaliação dos alunos de semestres iniciais e de semestres avançados está relacionada à inserção da História da Química nos cursos de Licenciatura em Química da Universidade A e da Universidade B. Acredita-se que os alunos que já estão adiantados no curso, e já passaram por disciplinas de História da Química, possuam uma percepção sobre HC diferenciada dos alunos que são recém-ingressantes, o que se refletiu nos resultados dessa categoria.

Dessa forma, os resultados apresentados indicam que as reflexões, nos cursos de licenciatura, a respeito da inserção da História da Ciência no currículo podem despertar a percepção desses futuros docentes sobre as abordagens sócio-históricas no contexto da Química.

O encaminhamento dessas questões passa por uma perspectiva positiva no uso dos textos da Ciência e sua divulgação. A utilização de TDC nos parece ser um dos caminhos possíveis para que a abordagem de aspectos históricos seja ampliada nos cursos de formação inicial, e por isso, buscou-se contemplá-los ao longo dos textos. Assim, espera-se que os textos produzidos sejam utilizados de forma a criar oportunidades para se discutir com os alunos a inserção e o papel da História da Ciência para uma visão mais ampla e reflexiva da Ciência.

Aspectos CTSA e aspectos das relações éticas de consumo e cidadania

Na medida que um dos objetivos do Ensino de Ciências está voltado para a cidadania, pautamos a escrita dos textos, também, como uma proposta para favorecer o Ensino de Química com uma abordagem das relações entre Ciência, Tecnologia Sociedade e Ambiente. A perspectiva é torná-la uma possível forma de desenvolver, junto aos alunos, o pensamento crítico sobre essas relações, bem como uma postura ética de consumo e cidadania.

Os resultados das avaliações, tanto para o texto 1, quanto para o texto 2, mostraram que o percentual de alunos de semestre inicial e avançado das duas universidades que avaliaram com o conceito “bom” as duas categorias em questão foi maior que 60%. Esses resultados são evidências de que conseguimos contemplar o conhecimento científico articulado com alguns aspectos sociais, tecnológicos e ambientais. Outras evidências que nos permitem tecer considerações nesse sentido foram os trechos extraídos pelos alunos como exemplos da expressão desses aspectos nos textos:

A Química é uma ciência de extrema importância para a sustentabilidade e as atividades do químico podem proporcionar uma melhor qualidade de vida para a humanidade, como por exemplo, a síntese de medicamentos para a cura de doenças, a produção de energia, a conservação dos alimentos, etc.

Utilizar apenas a quantidade necessária de detergente ajuda na diminuição desses impactos, por isso, use e abuse dessa informação para agir de forma mais consciente e ajudar na preservação de nosso planeta.

Sabemos que nem todos podem degustar uma bala de canela ou qualquer alimento adoçado com açúcar, devido à doença diabetes.

Por isso, não devemos abusar de doces, salgadinhos, bebidas alcoólicas e precisamos praticar atividades físicas regularmente.

Por fim, quero usar este momento para sensibilizar a você, caro leitor, de que para nos mantermos vivos é preciso, primeiramente, mantermos a natureza viva. Por isso, adote o consumo sustentável e contribua na preservação do meio ambiente. Ademais, diria tal qual João Bosco da Silva: “A responsabilidade social e a preservação ambiental significam um compromisso com a vida.”

Contemplando a abordagem de aspectos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, de modo a desenvolver valores e atitudes comprometidos com a cidadania, pretende-se que o material produzido, no âmbito da Divulgação Científica em espaços formais, possa contribuir na formação dos alunos como cidadãos atuantes na sociedade, capazes de perceber, questionar e se posicionar frente às situações cotidianas.

Ressalta-se que, para a proposta da utilização dos textos terem resultados positivos no que tange à sala de aula do Ensino Médio, é imprescindível, e acima de tudo inerente ao Ensino de Ciências voltado para dimensões CTSA, que os professores se conscientizem de que o papel do educador é, também, o de construir e expressar essas relações no processo de ensino. Nesse sentido, os espaços de formação inicial e continuada de professores devem favorecer questionamentos que envolvam discussões sobre esse tema.

Aspectos interdisciplinares

Atualmente, as propostas de práticas interdisciplinares para o Ensino de Ciências mais citadas na literatura são a construção de unidades didáticas, e a execução de projetos e oficinas temáticas.

Tendo em vista o potencial didático de Textos de Divulgação Científica, já discutido em linhas anteriores, a nossa proposta de prática interdisciplinar é a produção de textos dessa natureza para uso na sala de aula. Assim, escrevemos os textos de modo que as temáticas escolhidas fossem compreendidas como um elo entre as diferentes áreas, opondo-se ao conhecimento fragmentado trabalhado nas escolas.

Os resultados das avaliações, tanto para o texto 1 quanto para o texto 2, mostraram que o percentual de alunos de semestre inicial das duas universidades que avaliaram com o conceito “bom” as duas categorias em questão foi, em média, de 40%. Os trechos mais frequentes que os alunos de semestres iniciais identificaram como sendo de abordagem interdisciplinar foram:

Muitos dizem que a Química é a ciência que estuda a matéria. No entanto, essa é uma afirmação muito geral, pois a Biologia, a Física e a Geologia também estudam a matéria. (texto 1)

Você já deve ter escutado falar da Química da saúde, Química do Meio Ambiente, Química dos materiais, Química dos sentidos, Química dos alimentos, etc. (texto 2)

Pode-se inferir que os alunos recém-chegados às universidades não têm a percepção do que sejam esses aspectos, pois a grande maioria citou, por exemplo, como aspecto interdisciplinar do texto 1, apenas o trecho que citava as disciplinas Biologia, Física e Geologia. Uma possível justificativa para isso é o reflexo de uma formação do Ensino Médio ausente de ações interdisciplinares. Esse fato ressalta a importância das disciplinas de licenciatura, principalmente do estágio supervisionado, na formação desses alunos ingressantes que serão futuros professores.

Já os resultados das avaliações dos textos pelos alunos de semestres avançados das duas universidades mostraram que 71% dos alunos atribuíram conceito “bom”. Um dos trechos destacados com maior frequência pelos alunos de semestres avançados foi:

A diabetes se caracteriza como uma doença ocasionada pelo acúmulo de glicose no sangue. A glicose é produto do metabolismo da substância sacarose (açúcar). Você já parou para pensar o que causa o acúmulo de glicose no sangue? Esse acúmulo pode ser causado de duas maneiras: 1. Devido ao consumo excessivo de alimentos ricos em açúcares, carboidratos ou mesmo bebidas alcoólicas, associados a uma vida sedentária. 2. Em função da não produção ou produção insuficiente de insulina pelo organismo, impedindo o metabolismo da glicose.

Esses resultados são um indicativo de que os textos

produzidos possibilitam o diálogo e integração entre diferentes áreas, de modo que o objeto de estudo possa ser abordado em diversas perspectivas.

Sendo assim, na perspectiva de formação inicial de professores, espera-se que o uso do material produzido possibilite aos licenciandos a experiência de desenvolvimento de atividades com características interdisciplinares, contribuindo assim para a superação da compartimentação dos saberes.

Avaliação dos alunos quanto à utilização de Textos de Divulgação Científica no Ensino

A Divulgação Científica é considerada essencial para o ensino de Ciências e, por isso, torna-se um aspecto indissociável da formação do professor. Nessa perspectiva, julgamos importante conhecer a visão dos alunos sobre os Textos de Divulgação Científica enquanto recurso didático em situações de ensino escolar, a fim de dar voz ao que se tem discutido na licenciatura sobre essa temática. Sendo assim, os pontos avaliados pelos alunos nos permitiram elucidar as suas opiniões sobre qual seria o espaço da Divulgação Científica no ensino formal.

Esse momento da pesquisa teve como objetivo identificar a percepção dos alunos quanto ao uso de Textos de Divulgação Científica no ensino. Ressalta-se que essa parte do questionário foi destinada apenas para os alunos de semestres avançados, já que estes se encontram imersos na prática docente através de disciplinas e de projetos, bem como de estágios supervisionados vivenciados.

Os critérios estabelecidos para que os alunos avaliassem o uso dos TDC no ensino foram: permitem esclarecer fenômenos do dia a dia; contribuem para a compreensão da Ciência; permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos; permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de ciências; desenvolvem o gosto pela leitura; complementam o livro didático; aumentam o interesse dos alunos por Ciência; promovem a popularização da ciência; melhor serem aplicados em sala de aula da Educação Básica; melhor serem aplicados em sala de aula do Ensino Superior.

aumentam o interesse dos alunos pela Ciência; promovem a popularização da ciência; melhor serem aplicados em sala de aula da educação básica/melhor serem aplicados em sala de aula no ensino superior.

Os resultados para cada categoria acima mencionada podem ser visualizados nas Figuras 1 e 2. Um ponto a ser observado nessas figuras é a percepção dos licenciandos em relação ao uso do TDC no ensino. Do total de alunos, apenas 25% atribuiu a nota máxima para o uso no ensino superior. Esse percentual indica que ainda são poucos os alunos que vislumbram o uso desse material como recurso didático para os cursos de formação. Isso pode ser reflexo do próprio contexto da formação inicial. Strack *et al.* (2009, p.437), em sua pesquisa relacionada às percepções de professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica, indicam que a Divulgação Científica é “valorizada no nível superior somente como um veículo de informação científica, mas não de formação científica”. Além disso, indica a dificuldade de alguns professores quanto à utilização da literatura de Divulgação Científica como recurso didático. Dessa forma, a formação inicial parece ainda insistir em uma concepção pragmática de currículo, na qual os métodos de ensino são pautados, muitas vezes, somente no livro didático. Possivelmente, isso é um reflexo da concepção dos licenciandos em relação às estratégias de ensino para o nível superior envolvendo os TDC, bem como das lacunas de apropriação desse recurso didático às suas futuras aulas.

No seu conjunto, os resultados parecem demonstrar o caráter crítico/reflexivo dos alunos quanto ao uso de TDC no ensino. Observou-se que um grande percentual desses estudantes apresenta uma visão otimista a esse respeito, deixando claro suas percepções em relação à abordagem no Texto de Divulgação Científica para além do conteúdo específico.

Se, por um lado, os licenciandos conseguem perceber as potencialidades didáticas de Textos de Divulgação Científica, por outro, enfatiza-se a importância do uso desses

O uso de TDC no ensino

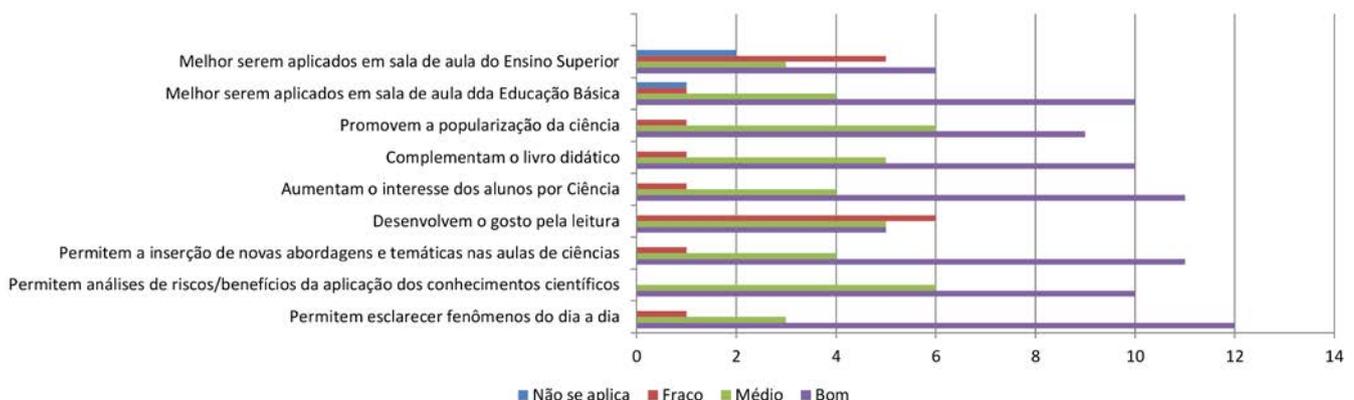


Figura 2: Percepção dos alunos de semestres avançados da Universidade B quanto ao uso de TDC no ensino

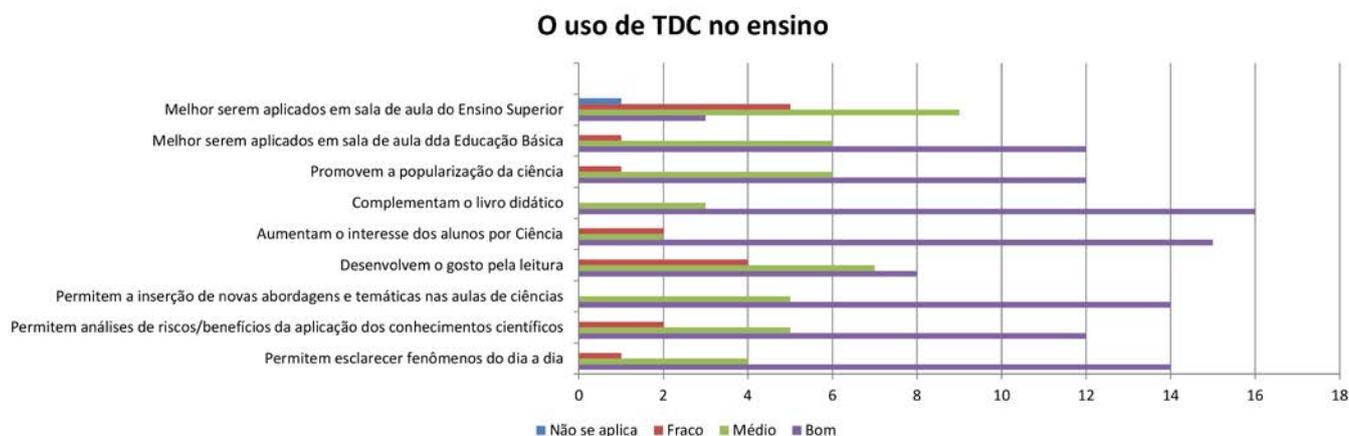


Figura 3: Percepção dos alunos de semestres avançados da Universidade A quanto ao uso de TDC no ensino

textos no processo de formação desses estudantes. Não basta apenas a percepção dos alunos relativa às potencialidades dessa estratégia didática: faz-se necessário que as questões teóricas epistemológicas e metodológicas sobre o uso de TDC no ensino sejam inseridas no espaço de formação inicial. A utilização desse material sem planejamento não fará sentido, pois o objetivo é torná-lo uma ferramenta de ensino-aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações aqui construídas não são conclusivas, mas buscam o encaminhamento e perspectivas de continuidade da inserção da Divulgação Científica no ensino.

De modo geral, os resultados obtidos indicam que o objetivo pretendido foi alcançado, ou seja, conseguimos produzir o material de modo a contemplar as categorias que caracterizam os textos de Divulgação Científica com propósito educacional. A contribuição dessa pesquisa se pauta em fornecer eixos norteadores para a redação de Textos de Divulgação Científica especificamente para o ensino formal. Além disso, identificar as percepções que têm os alunos em processo de formação docente quanto ao uso de TDC, de modo que, a partir delas, as licenciaturas possam despertar para a inserção de práticas que privilegiem a produção de textos de divulgação da ciência. Adicionalmente, que as disciplinas que contemplam os aspectos formativos do licenciando, insiram em seu contexto discussões teóricas, de natureza epistemológica, a respeito de TDC como possível material didático a ser utilizado em práticas futuras desses alunos em formação. Se os próprios alunos reconhecem as potencialidades didáticas do TDC, por que não aprofundar as questões relacionadas à sua produção e ao seu uso pelos licenciandos quando em exercício?

Algumas categorias apresentaram dificuldades de serem avaliadas como, por exemplo, a natureza da ciência e relação fenômeno-teoria. As avaliações dos alunos apontaram suas próprias deficiências sobre essas temáticas. Essa afirmação

é baseada nos resultados que demonstraram que os alunos não conseguiram justificar suas respostas utilizando informações do texto. Logo, os resultados corroboraram pesquisas apresentadas na literatura quanto às lacunas na formação inicial de professores referentes à natureza da ciência e à experimentação. Isso configura a necessidade de discussão explícita desses aspectos em cursos de formação de professores, bem como de reflexões sobre a prática docente e o currículo de formação de professores de ciências.

A postura crítica dos alunos indica a viabilidade do uso do material no ensino formal, corroborando, assim, ideias já levantadas por outros pesquisadores da área. Entretanto, entende-se também que a validação dessas funções depende de como elas vêm sendo tratadas, tanto na formação inicial como na formação continuada dos professores.

Visando contribuir para as futuras práticas docentes dos estudantes, propomos que, nas disciplinas do estágio supervisionado, seja valorizada a produção e utilização desses materiais no plano de aula da regência, já que os próprios licenciandos reconhecem a potencialidade desse uso. Para isso, torna-se necessária a inserção de debates, nessa disciplina, sobre a potencialidade dos Textos de Divulgação Científica como apoio ao ensino formal. Esses debates devem aprofundar discussões sobre o que é um TDC, sobre o seu caráter educativo/formativo, bem como traçar estratégias de uso que valorizem o seu potencial.

Os textos foram escritos pensando em alunos do Ensino Médio, mas se os professores não compreendem aonde se deseja chegar, nem as possibilidades que potencialmente tem o material didático, ele chega à sala de aula sem contribuir para o processo ensino-aprendizagem. Logo, a formação inicial de professores de Química compartilha da responsabilidade de propiciar aos alunos (futuros professores) a experiência de se trabalhar com os textos de divulgação da Ciência, visto que, para que ele seja material educacional, precisa ser compreendido em sua essência pelo professor que irá usá-lo como estratégia didática. Além disso, a experiência que o aluno adquire com o uso desse material refletirá na

forma como ele vai atuar futuramente. Por fim, entende-se ser necessário que o professor experimente enquanto aluno aquilo que utilizará com seus próprios alunos.

Como perspectiva de continuidade, espera-se que estas últimas considerações da pesquisa direcionem o olhar do professor para novas possibilidades de ensino, permitindo a ele reconfigurar a sala de aula. Além disso, o uso de Textos de Divulgação Científica em uma perspectiva investigativa e metodológica, de modo que funcionem como elementos motivadores e estruturadores da aula, vem sendo idealizado para nossas pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- BAKHTIN, M. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 12ªed. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BUENO, W. C. Jornalismo ambiental: explorando além do conceito. In: Girardi, I. M. T. Girardi; Schwaab, R. T. (Org.). *Jornalismo ambiental: desafios e reflexões*. Porto Alegre: Dom Quixote, 2008, p. 105-118.
- CARNEIRO, M. H. S. Por que divulgar o conhecimento científico e tecnológico? *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*, edição especial, p. 29-33, março de 2009. Disponível em: www.ltds.uj.br/gis/porque_divulgar.htm Acesso em: 01 de maio de 2016.
- CINI, M. O paraíso perdido. *Ciência Hoje*, v.23, n.138, p.8-11, 1998.
- DIANOVSKY, M. T.; WINK, D. J. Student learning through journal writing in a general education chemistry course for pre-elementary education majors. *Science Education*, v. 96, n.3, p.369-571, 2012.
- DIAS, R. H. A.; ALMEIDA, M. J. P. M. Repetição em interpretações de licenciandos em Física ao lerem as revistas *Ciência Hoje e Pesquisa Fapesp*. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 3, p. 51-64, 2010.
- ESTRADA, J. C. O. Educación y Divulgación de la Ciencia: tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 8, n. 2, 137-148, 2011.
- FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Perguntas elaboradas por graduandos em Química a partir da leitura de textos de divulgação científica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.12, n.1, p. 139-160, 2012.
- FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Autoria no ensino de química: análise de textos escritos por alunos de graduação. *Ciência & Educação*, v.17, n.3, p.541-558, 2011.
- FILHO, E. B.; FIORUCCI, A. R.; CHIMENEZ, T. A.; WONDRACEK, M. H., P.; SILVA, W. R.; BOTEAGA, B. S. In: 57ª Reunião Anual da SBPC, 2005. *Anais da 57ª Reunião Anual da SBPC*, 2005.
- FLECK, L. *La genesis y el desarrollo de um hecho científico*. Madrid: Alianza Editorial, 1986.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- GOMES, V.B.; SILVA, L.L.; SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Avaliação do impacto de visitas e palestras de divulgação científica em alunos do ensino médio visitantes ao campus da Universidade de Brasília. In: *Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2011. Campinas, SP. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0233-1.pdf> Acesso em: 01 de maio de 2016.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.4, n.3, p. 1-17, 1999.
- KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 15, p. 11-18, 2002.
- KREINZ, G.; PAVAN, C.; MARCONDES FILHO, C. *Feiras de Reis: cem anos de divulgação científica no Brasil*. v. 10. São Paulo: Publicações NJR, 2007.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U., 1986, p. 11 – 48.
- LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. Reflexões acerca da natureza do conhecimento químico: uma investigação na formação inicial de professores de química. *Revista Brasileira em Educação em Ciências*, v. 11, n. 3, p. 209-229, 2011.
- MOREIRA, I. C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil. *Inclusão Social*, v. 01, n. 2, p 11-16, 2006.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- NASCIMENTO, T. G. Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciência*, v. 7, n. 2, p. 1-18, 2005.
- NASCIMENTO, T. G.; CASSIANI, S. Leituras de divulgação científica por licenciandos em Ciências Biológicas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p.745-769, 2009.
- NASCIMENTO, T. G.; REZENDE JR., M. F. A produção de divulgação científica na área de educação em ciência: referenciais teóricos e principais temáticas. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 1, p. 97-120, 2010.
- NASCIMENTO, T. G.; REZENDE JR., M. F. A. produção de textos de divulgação científica na formação inicial de licenciandos em ciências naturais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 10, n. 1, p. 1- 22, 2010.
- PALCHA, S. L.; OLIVEIRA, O.B. Discursos sobre leitura e Ensino de Evolução na Formação de Professores de Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, p.125-149, 2014.
- PEREIRA, C. L. N.; SILVA, R. R. A História da Ciência e o ensino de ciências. *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais*, Edição especial, março de 2009. Disponível em: http://www.ltds.ufrj.br/gis/a_historia.htm Acesso em: 01 de maio de 2016.
- PÉREZ, C. MOLINI, A. M. V. Consideraciones generales sobre la alfabetización científica em los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 3, n. 3, 2004.
- PIMENTA, M.; GOUVÊA, G. Imagens na divulgação científica em jornais de grande circulação no Brasil. In: *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC,

- novembro, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/237.pdf> Acesso em: 01 de maio de 2016.
- PPGEC-UnB. Propostas de Ação Profissional. Disponível em: http://ppgec.unb.br/images/sampled/data/dissertacoes/2012/proposicao/verenna_barbosa_gomes.pdf Acesso em 01 de maio de 2016.
- QUADROS, A. L.; SILVA, D. C.; SILVA, F. C. Formulação de questões a partir da leitura de um texto: desempenho dos estudantes de licenciatura em Química da modalidade à distância. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 1, p. 43-56, 2011.
- RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In: *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2005, Bauru, SP. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p803.pdf> Acesso em: 01 de maio de 2016.
- RIBEIRO, N. A.; MUNFORD, D.; PERNA, G. P. A. Experiências de leitura em Ciências da Natureza na Educação de Jovens e Adultos: um estudo das práticas de professores em formação inicial. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 129-151, 2012.
- SANTOS, W. L.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 2003.
- SCHEID, N. M. J.; PERSICH, G. D. O. e KRAUSE, J. C. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v.1, 2009, Florianópolis. *Anais...* Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2009. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/552.pdf> Acesso em: 01 de maio de 2016.
- SILVA, B. V. C. A natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. *Latin American Journal of Physics Education*, v. 4, n. 3, p. 620-627, 2010.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010, p. 236-261.
- SOARES, G. J.; XAVIER, M. H, F. B. Visões de Ciências dos Alunos Ingressantes no Curso de Química da UFG. *Atas do XIV ENEQ*, Curitiba, PR, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0829-1.pdf> Acesso em: 01 de maio e 2016.
- SOUZA, J. A. C.; GIERING, M. E. O infográfico: a palavra e a imagem em textos da divulgação científica midiática. *Linguagem & Ensino*, v. 13, n. 2, p. 295-317, 2010.
- STRACK, R.; LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J. C. Percepções de professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica. *Ciência e Educação*, v. 15, n. 2, p. 425-442, 2009.
- TERRA, L.; LARENTINS, A. L.; ATELLA, G. C.; CALDAS, L. A.; RIBEIRO, M. G. L. Identificação de obstáculos epistemológicos em um artigo de divulgação científica - entraves na formação de professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 3, p. 318-333, 2014.
- ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de física básica na educação superior. *Ensaio- Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 113-130, 2013.

Preparação dos Manuscritos

Os trabalhos deverão ser digitados em página A4, espaço duplo, tipo Times Roman, margens 2,5, devendo ter no máximo o número de páginas especificado para a seção da revista à qual são submetidos. Na primeira página deverá conter o título do trabalho e um resumo do artigo com, no máximo, 1000 caracteres (espaços incluídos) e a indicação de três palavras-chave, seguidos de suas traduções para a linha inglesa, incluindo o título.

Não deve haver indicação dos autores no documento com o manuscrito e nenhum dado ou marcas em qualquer parte do texto que conduzam à sua identificação, durante a avaliação como, por exemplo: nome e filiação institucional; nomes de projetos e coordenadores de projetos (quando não são indispensáveis); referências e citações (utilizar "Autor1, ano", "Autor2, ano"... para manter o anonimato); local, título ou local de defesa de mestrado ou doutorado; agradecimentos etc. Os autores devem eliminar auto-referências. As informações dos autores devem estar descritas na carta de apresentação aos editores, e esta deverá conter o título do trabalho, o(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) formação(ões) acadêmica(s), a instituição em que trabalha(m) e o endereço completo, incluindo o eletrônico. Verifique as propriedades do documento para retirar quaisquer informações. As referências citadas devem ser relacionadas ao final do texto, segundo exemplos abaixo:

- **Para livros** referência completa (citação no texto entre parênteses): AMBROGI, A.; LISBÔA, J.C. e VERSOLATO, E.F. *Unidades modulares de Química*. São Paulo: Gráfica Editora Hamburg, 1987. - (Ambrogi et al., 1987).

KOTZ, J.C. e TREICHEL Jr., P. *Química e reações químicas*. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1. - (Kotz e Treichel Jr., 2002).

- **Para periódicos** referência completa (citação no texto entre parênteses):

TOMA, H.E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, p. 3-9, 2005. - (Toma, 2005).

ROSINI, F.; NASCENTES, C.C. E NÓBREGA, J.A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Química Nova*, v. 26, p. 1012-1015, 2004. - (Rosini et al., 2004).

- **Para páginas internet** referência completa (citação no texto entre parênteses):

<http://qnesc.s bq.org.br>, acessada em Março 2008. - (Revista Química Nova na Escola, 2008).

Para outros exemplos, consulte-se número recente da revista.

Os autores devem, sempre que possível, sugerir outras leituras ou acessos a informações e reflexões a respeito dos temas abordados no texto, para serem incluídos em "Para Saber Mais".

As legendas das figuras devem ser colocadas em página à parte, ao final, separadas das figuras. A seguir devem ser colocadas as figuras, os gráficos, as tabelas e os quadros. No texto, apenas deve ser indicado o ponto de inserção de cada um(a).

Os autores devem procurar seguir, no possível, as normas recomendadas pela IUPAC, inclusive o Sistema Internacional de Unidades.

Condições para Submissão dos Artigos

- 1) Os manuscritos submetidos não devem estar sendo analisados por outros periódicos.
- 2) Os autores são responsáveis pela veracidade das informações prestadas e responsáveis sobre o conteúdo dos artigos.
- 3) Os autores devem seguir as recomendações das Normas de Ética e Más Condutas constantes na página da revista <http://qnesc.s bq.org.br/pagina.php?idPagina=17>.
- 4) Os autores declaram que no caso de resultados de pesquisas re-

lacionadas a seres humanos eles possuem parecer de aprovação de um Comitê de Ética em pesquisa.

- 5) No caso de envio de imagens, os autores devem enviar cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelo(s) sujeito(s) (ou seus responsáveis), autorizando o uso da imagem.
- 6) Os autores declaram a inexistência de conflito de interesses na submissão do manuscrito.
- 7) É responsabilidade dos autores garantirem que não haja elementos capazes de identificá-los em qualquer parte do texto.

Submissão dos Artigos

Química Nova na Escola oferece aos autores a submissão on line, que pode ser acessada por meio do registro de Login e Senha. É possível registrar-se em nossa página na internet (<http://qnesc.s bq.org.br>) usando a opção Novo Usuário. Usuários das plataformas do JBOS e QN já estão cadastrados na base, devendo utilizar o mesmo Login e Senha. Após estar cadastrado no sistema, o autor pode facilmente seguir as instruções fornecidas na tela. Será solicitada a submissão de um único arquivo do manuscrito completo, em formato PDF. Está disponível uma ferramenta para gerar o arquivo .pdf, a partir de arquivo .doc ou .rtf, com envio automático para o endereço eletrônico do autor. Tão logo seja completada a submissão, o sistema informará automaticamente, por correio eletrônico, o código temporário de referência do manuscrito, até que este seja verificado pela editoria. Então será enviada mensagem com o número de referência do trabalho.

Se a mensagem com código temporário de submissão não for recebida, por algum motivo, a submissão não foi completada e o autor terá prazo máximo de 5 (cinco) dias para completá-la. Depois desse prazo, o sistema não permite o envio, devendo ser feita nova submissão. O autor poderá acompanhar, diretamente pelo sistema, a situação de seu manuscrito.

Ao fazer a submissão, solicita-se uma carta de apresentação, indicando a seção na qual o artigo se enquadra, que deverá ser digitada no local indicado, sendo obrigatória a apresentação dos endereços eletrônicos de todos os autores.

Manuscritos revisados

Manuscritos enviados aos autores para revisão devem retornar à Editoria dentro do prazo de 30 dias ou serão considerados como retirados. A editoria de Química Nova na Escola reserva-se o direito de efetuar, quando necessário, pequenas alterações nos manuscritos aceitos, de modo a adequá-los às normas da revista e da IUPAC, bem como tornar o estilo mais claro - respeitando, naturalmente, o conteúdo do trabalho. Sempre que possível, provas são enviadas aos autores, antes da publicação final do artigo.

Todos os textos submetidos são avaliados no processo de duplo-cego por ao menos dois assessores. Os Editores se reservam o direito de julgar e decidir sobre argumentos divergentes durante o processo editorial.

Seções / Linha Editorial

Química Nova na Escola (Impresso)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (impresso), artigos originais (em Português) que focalizem a área de ensino de Química nos níveis fundamental, médio ou superior, bem como artigos de História da Química, de pesquisa em ensino e de atualização científica que possam contribuir para o aprimoramento do trabalho docente e para o aprofundamento das discussões da área.

Química Nova na Escola (On-line)

Serão considerados, para publicação na revista Química Nova na Escola (on-line), além dos artigos com o perfil da revista impressa, artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) em Português, Espanhol ou Inglês que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Estes artigos deverão atender aos critérios da seção “Cadernos de Pesquisa”.

Os artigos são aceitos para publicação nas seguintes seções:

● QUÍMICA E SOCIEDADE

Responsável: Roberto Ribeiro da Silva (UnB)

Aspectos importantes da interface química/sociedade, procurando analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado - bem como as limitações de seu uso - na solução de problemas sociais, visando a uma educação para a cidadania. Deve-se abordar os principais aspectos químicos relacionados à temática e evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o seu ensino.

Limite de páginas: 20

● EDUCAÇÃO EM QUÍMICA E MULTIMÍDIA

Responsável: Marcelo Giordan (USP)

Visa a aproximar o leitor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, publicando resenhas de produtos e artigos/notas teóricas e técnicos. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● ESPAÇO ABERTO

Responsável: Otavio Aloísio Maldaner (Unijuí)

Divulgação de temas que igualmente se situam dentro da área de interesse dos educadores em Química, de forma a incorporar a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de Química, bem como desenvolver a interface com a pesquisa educacional mais geral. Deve-se explicitar contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Limite de páginas: 20

● CONCEITOS CIENTÍFICOS EM DESTAQUE

Responsável: José Luís de Paula Barros Silva (UFBA)

Discussão de conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino.

Limite de páginas: 20

● HISTÓRIA DA QUÍMICA

Responsável: Paulo Porto

Esta seção contempla a História da Química como parte da História da Ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. Deve-se apresentar dados históricos, preferencialmente, de fontes primárias e explicitar o contexto sociocultural do processo de construção histórica.

Limite de páginas: 15

● ATUALIDADES EM QUÍMICA

Responsável: Edvaldo Sabadini (Unicamp)

Procura apresentar assuntos que mostrem como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas, seja no que diz respeito à sempre necessária redefinição de conceitos. Deve-se explicitar contribuições para o ensino da Química.

Limite de páginas: 15

● RELATOS DE SALA DE AULA

Responsável: Nyuara Araújo da Silva Mesquita (UFG)

Divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Deve-se explicitar contribuições da experiência vivenciada e indicadores dos resultados obtidos.

Limite de páginas: 20

● ENSINO DE QUÍMICA EM FOCO

Responsável: Ana Luiza de Quadros (UFMG)

Investigações sobre problemas no ensino da Química, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● O ALUNO EM FOCO

Responsável: Edênia Maria Ribeiro do Amaral (UFRPE)

Divulgação dos resultados das pesquisas sobre concepções de alunos e alunas, sugerindo formas de lidar com elas no processo ensino-aprendizagem, explicitando os fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como analisando criticamente seus resultados.

Limite de páginas: 25

● EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Responsável: Moisés Alves de Oliveira (UEL)

Divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras. Deve-se explicitar contribuições do experimento para a aprendizagem de conceitos químicos e apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos, sempre que for recomendável.

Limite de páginas: 10

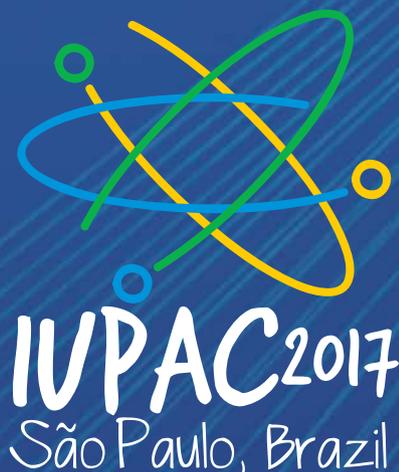
● CADERNOS DE PESQUISA

Responsável: Editoria

Esta seção é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química. Os artigos empíricos deverão conter revisão consistente de literatura nacional e internacional, explicitação clara e contextualização das questões de pesquisa, detalhamento e discussão dos procedimentos metodológicos, apresentação de resultados e com conclusões que explicitem contribuições, implicações e limitações para área de pesquisa em Ensino de Química. Os artigos de revisão deverão introduzir novidades em um campo de conhecimento específico de pesquisa em Ensino de Química, em um período de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos nacionais e internacionais e apresentando profundidade na análise crítica da literatura, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Os artigos teóricos deverão envolver referenciais ainda não amplamente difundidos na área e trazer conclusões e implicações para a pesquisa e a prática educativa no campo do Ensino de Química, apresentando profundidade teórica, bem como rigor acadêmico nas argumentações desenvolvidas. Para esta seção, o resumo do artigo deverá conter de 1000 a 2000 caracteres (espaços inclusos), explicitando com clareza o objetivo do trabalho e informações sobre os tópicos requeridos para o tipo de artigo. Poderão ser indicadas até seis palavras-chaves.

Limite de páginas: 30 a 40.

#IUPAC2017



46th World Chemistry Congress & 49th General Assembly

SAVE THE DATE

July 9 – 14, 2017

WTC Convention Center
São Paulo - SP

For the first time in South America, we can bring an entire continent of chemists closer to the global IUPAC community.

[f/iupac2017](#) | [/iupac2017](#) | www.iupac2017.org

Realização:



tabelas periódicas da SBQ

Todas as informações de que você precisa em uma única tabela

Formatos A4, para uso pessoal
(29,7 cm x 21,0 cm,
impressão no verso),
e de parede (65 cm x 96 cm).

Coloridas e laminadas!

Tamanho A4

Avulsa R\$ 2,50

Pacotes com 50 R\$ 110,00

Pacotes com 100 R\$ 190,00

Pacotes com 200 R\$ 340,00

Pacotes com 500 R\$ 720,00

Pacotes com 1000 R\$ 1.200,00

Tamanho de parede

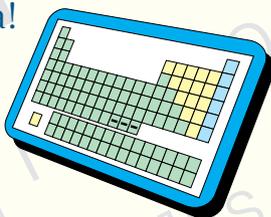
Avulsa R\$ 15,00

Mouse pad com a tabela periódica!

Preço por unidade:

R\$ 5,00.

*grande quantidade, consulte preço



De acordo com as últimas recomendações da IUPAC

Classificação Periódica dos Elementos

Edições especiais para colégios,
cursinhos, etc. Consulte-nos!

camisetas da SBQ

Vista a 'camisa' da química com as camisetas da SBQ. São sete modelos exclusivos!

Cores: branca (algodão), e cinza (algodão + sintético), em tamanhos P, M, G e GG.

Logomarca da SBQ



Logomarca grande, centralizada. Estampa em prata e azul sobre branco.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em prata e azul sobre branco.



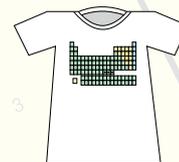
Logomarca grande, centralizada. Estampa em azul sobre cinza.



Logomarca pequena, à esquerda. Estampa em azul sobre cinza.



Estampa com os dizeres "Sou Pura Química" em vermelho sobre cinza.



Estampa colorida mostrando a tabela periódica - números atômicos e símbolos.

Preços por unidade*: na sede da SBQ R\$ 20,00.

*grandes quantidades, consulte preços

Adquira os produtos da SBQ

Na sede da SBQ: Av Prof. Lineu Prestes, 748, Instituto de Química da USP (bloco 3 - superior), Cidade Universitária - São Paulo (SP)

Pelo Correio*: Sociedade Brasileira de Química, C.P. 26037, 05599-970 São Paulo - SP

*Para saber o valor de envio pelo correio, por favor, consulte-nos.

Informações: Fone (11) 3032-2299, Fax: (11) 3814-3602, E-mail: sbqsp@iq.usp.br

A Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química tem o prazer de anunciar mais um produto,
Programas de TV Química Nova na Escola no formato DVD.

Nesta edição dos **Programas de TV QNEsc**, você encontrará:

- Visualização Molecular
- Nanotecnologia
- Hidrosfera
- Espectroscopia
- A Química da Atmosfera
- A Química dos Fármacos.
- Polímeros Sintéticos
- As Águas do Planeta Terra
- Papel: origem, aplicações e processos.
- Vidros: evolução, aplicações e reciclagem.
- Vidros: origem, arte e aplicações.
- Látex: a camisinha na sala de aula.

São **12 títulos temáticos** em formato digital que totalizam cerca de 4 horas de programação.
Para outras informações e aquisição,
acesse www.s bq.org.br em Produtos da SBQ.

